

**PENGUKURAN PERFORMANSI SISTEM PRODUKSI  
PENGALANGAN JAMUR KANCING MENGGUNAKAN  
METODE *OVERALL THROUGHPUT EFFECTIVENESS* (OTE)**

**Oleh:  
Siti Maisyaroh  
NIM. 135100301111099**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik**

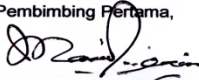


**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

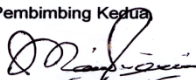


## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengukuran Performansi Sistem Produksi Pengalengan  
Jamur Kancing Menggunakan Metode *Overall  
Throughput Effectiveness*(OTE)  
NamaMahasiswa : Siti Maisyarah  
NIM : 135100301111099  
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing Pertama,  
  
**Ir. Usman Effendi, MS.**  
NIP. 19610727 198701 1 001

Tanggal Persetujuan:

Pembimbing Kedua  
  
**Mas'ud Effendi, STP. MP.**  
NIP. 19800823 200501 1 003

Tanggal Persetujuan: 17/1/2018

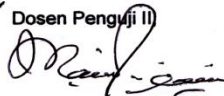


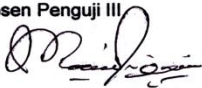
## LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Pengukuran Performansi Sistem Produksi Pengalengan  
Jamur Kancing Menggunakan metode *Overall Throughput  
Effectiveness* (OTE)  
Nama : Siti Maisyaroh  
NIM : 135100301111099  
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,

  
**Dr. Retno Astuti, STP., MT**  
NIP. 19700521 200212 2 001

  
**Ir. Usman Effendi, MS.**  
NIP 19610727 198701 1 001

Dosen Penguji III,  
  
**Mas'ud Effendi, STP., MP.**  
NIP. 19800823 200501 1 003

Ketua Jurusan,  
  
**Dr. Suzipat, STP., MP.**  
NIP 19730602 199903 1 001

Tanggal Lulus TA:.....



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pasuruan pada tanggal 10 Juni 1995, putri sulung dari Bapak Dahlan dan Ibu Kasiatin dan memiliki dua orang adik bernama Umi Rosidah dan Lailatul Hikmah. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Gajahrejo I pada tahun 2007, kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Purwosari hingga tahun 2010, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMKN 1 Purwosari

pada tahun 2013. Pada Tahun 2018 penulis telah berhasil menyelesaikan pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya Malang di Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Aktivitas penulis selama menjadi mahasiswi sebagai mahasiswi aktif dan ikut bergabung dalam organisasi dan kepanitian. Salah satu organisasi yang diikuti penulis adalah ABC (*Agritechno Bussines Centre*) FTP UB mulai dari staff magang pada tahun 2014 dan staff muda pada tahun 2015. Kegiatan kepanitian yang pernah penulis ikuti, acara seminar dan talkshow NAFTEX 2014 dan 2015.





*Alhamdulillah Ya Allah...*

*Tak henti-hentinya rasa syukur ku atas  
semua karunia-Mu,*

*Karya kecil ini aku persembahkan kepada  
kedua Orang Tuaku dan Adik-adikku*

*yang selalu mendukung dan selalu memberi  
semangat setulus hati.*



## PERNYATAAN KEASLIAN TA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Maisyaroh  
NIM : 135100301111099  
Jurusan : Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas : Teknologi Pertanian  
Judul TA : Pengukuran Performansi Sistem Produksi  
Pengalengan Jamur Kancing  
Menggunakan Metode *Overall  
Throughput Effectiveness (OTE)*

Menyatakan bahwa,

Tugas Akhir dengan judul diatas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, Januari 2018  
Pembuat pernyataan

Siti Maisyaroh  
NIM. 135100301111099



**SITI MAISYAROH. 135100301111099. Pengukuran Performansi Sistem Produksi Pengalengan Jamur Kancing Menggunakan Metode *Overall Throughput Effectiveness* (OTE). Tugas Akhir. Pembimbing: Ir. Usman Effendi, MS. dan Mas'ud Effendi, STP. MP.**

---

## **RINGKASAN**

Jamur cukup potensial sebagai sumber bahan pangan nabati. Salah satu jamur yang dibudidayakan di Indonesia adalah jamur kancing (*Champignon*). PT. Eka Timur Raya merupakan salah satu industri yang bergerak dalam pengolahan dan pengalengan jamur kancing (*Champignon*) yang dikemas dalam kaleng 4oz, 8oz dan 36oz. Selama proses produksi berlangsung, terdapat permasalahan yang terjadi berkaitan dengan tingkat efektivitas mesin *seamer*. Salah satu permasalahan pada mesin *seamer* adalah adanya kegagalan penutupan saat proses *seaming*.

Metode pengukuran yang digunakan adalah metode *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) yang dikembangkan dari fungsi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) oleh Muthiah (2003). Metode OTE merupakan metode pengukuran efektifitas kinerja mesin tingkat sistem, sehingga sangat tepat diterapkan sebagai alat ukur kinerja mesin pada sistem produksi dalam pabrik ini. Sedangkan analisis kegagalan menggunakan metode FMEA dan FTA. Penelitian dilakukan dengan menghitung nilai TEE dan OTE, kemudian mesin/peralatan dianalisis menggunakan FMEA dan FTA. FMEA digunakan untuk menentukan rating *severity*, *occured* dan *detection*. Nilai RPN merupakan hasil kali dari ketiga rating, untuk menunjukkan tingkat risiko suatu kegagalan. FTA digunakan untuk menganalisis kemungkinan sumber-sumber risiko suatu kegagalan pada mesin/peralatan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem proses produksi pengalengan jamur kancing *sliced* dan MSP memiliki nilai TEE pada mesin *washing* sebesar 90.65%, *trimming* sebesar 92.76%, *blanching* sebesar 90.38%, *cooling* sebesar 95.99, sortasi I sebesar 94.67%, *grading* sebesar 94.86%, *sortasi II* sebesar 94.48%, *slicing* sebesar 90.06%, *shaking* sebesar

90.15%, *filling* sebesar 94.22%, *brine filling* sebesar 93.10%, *exhausting* sebesar 93.89%, *seaming* sebesar 78.28%, *sterilization* sebesar 93.60% dan *can drying* sebesar 90.52%. Sedangkan nilai OTE pada sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP selama periode Januari-Maret 2017 sebesar 89.01% dengan nilai *bottleneck indicator* (BI) sebesar 0.0937. Hasil dari analisis FMEA dengan mengalikan tiga rating (*severity*, *occurance* dan *detection*) diperoleh bahwa mesin *slicing*, *exhausting* dan *seamer* merupakan mesin yang berpotensi mengalami kegagalan. Analisis FTA digunakan untuk mengetahui penyebab mesin *slicing*, *exhausting* dan *seamer*. Hasil dari analisis FTA diketahui bahwa *basic event* yang terjadi pada mesin *slicing* tidak beroperasi yaitu karena pisau mesin yang kurang tajam, *basic event* mesin *exhausting* dikarenakan *steam drop*. Sedangkan *basic event* pada mesin *seamer* dikarenakan kegagalan pada 1<sup>st</sup> dan 2<sup>nd</sup> *seaming roll*.

Kata Kunci: *Bottleneck Indicator*, FMEA, FTA dan OTE

**SITI MAISYAROH. 135100301111099. *Performance Measurement of Button Mushroom Canning Production System Using Overall Throughput Effectiveness (OTE) Method.* Undergraduate Thesis. Supervisor: Ir. Usman Effendi, MS. and Mas'ud Effendi, STP. MP.**

---

## **SUMMARY**

Mushrooms are quite potential as a source of vegetable food. One of the mushrooms cultivated in Indonesia is the button mushrooms (Champignon). PT. Eka Timur Raya is one of the industries engaged in processing and canning button mushrooms (Champignon) which is packed in cans of 4oz, 8oz and 36oz. During the production process takes place, there are problems that occur with regard to the level of effectiveness of engine seamer. One of the problems in seamer engine is the failure of closing during seaming process.

The measurement method used is Overall Throughput Effectiveness (OTE) method developed from Overall Equipment Effectiveness (OEE) function by Muthiah (2003). OTE method is a method of measuring the effectiveness of machine-level performance of the system, so it is appropriately applied as a measure of machine performance in the production system in this factory. While failure analysis using FMEA and FTA method. Research was done by calculating TEE and OTE values, then machine / equipment was analyzed using FMEA and FTA. FMEA is used to determine severity, occurrence and detection rating. The RPN value of the multiplication of the three ratings, to indicate the risk level of a failure. FTA is used to analyze the possible sources of risk of a failure in the machine / equipment.

The results showed that the system of the production process of canned button mushrooms slice and MSP has a value of TEE in the machine washing of 90.65%, trimming amounted to 92.76%, blanching at 90.38%, cooling at 95.99, sorting I equal to 94.67%, grading at 94.86%, sorting II at 94.48%, slicing at 90.06%, shaking at 90.15%, filling at 94.22%, brine filling at 93.10%, exhausting at 93.89%, seaming at 78.28%, sterilization at 93.60% and can drying at 90.52%. While the value of OTE in canning production system of slice button

*mushroom and MSP during period of January-March 2017 equal to 89.01% with value of bottleneck indicator (BI) equal to 0.0937. The results of the FMEA analysis by multiplying the three ratings (severity, occurrence and detection) found that the slicing, exhausting and seamer engines were potentially faulty. FTA analysis is used to determine the cause of slicing machine, exhausting and seamer. The result of FTA is known that the basic event that occurs in the slicing machines are not operating due to a less sharp knife, basic event exhausting machine due to steam drop. While the basic event on the engine seamer due to failure on 1st and 2nd seaming roll.*

*Keywords: Bottleneck Indicator, FMEA, FTA and OTE*



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang maha pengasih dan maha penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, hingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini berjudul “Pengukuran Performansi Sistem Produksi Pengalengan Jamur Kancing Menggunakan Metode *Overall Throughput Effectiveness* (OTE)”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik. Pada kesempatan kali ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Usman Effendi, MS. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan kepada penyusun.
2. Mas'ud Effendi, STP. MP. Selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan kepada penyusun.
3. Dr. Retno Astuti, STP. MT selaku dosen penguji.
4. Dr. Sucipto, STP. MP. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
5. Semua pihak PT Eka Timur Raya yang telah mengijinkan penulis melakukan penelitian tugas akhir ditempat perusahaan tersebut.
6. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis secara material maupun moral sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Mengetahui adanya keterbatasan pengetahuan, referensi dan pengalaman, penyusun mengharapkan saran dan masukan demi lebih baiknya tugas akhir ini. Penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang membutuhkannya.

Malang, Januari 2018  
Penyusun,

Siti Maisyaroh



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
RIWAYAT HIDUP .....	vii
LEMBAR PERUNTUKAN .....	ix
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	xi
RINGKASAN .....	xiii
SUMMARY .....	xv
KATA PENGANTAR .....	xvii
DAFTAR ISI .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxiii
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Jamur Kancing ( <i>Champignon</i> ) .....	7
2.2 Pengalengan .....	7
2.3 Pengukuran Kinerja Mesin .....	9
2.4 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	10
2.4.1 Perhitungan nilai <i>Availability</i> (%) .....	11
2.4.2 Perhitungan nilai <i>Performance efficiency</i> (%) .....	12
2.4.3 Perhitungan nilai <i>Rate of Quality Product</i> (%) .....	12
2.5 <i>Six Big Losses</i> .....	13
2.6 <i>Overall Throughput Effectiveness</i> (OTE) .....	15
2.7 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) .....	20
2.8 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) .....	20
2.9 Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	27
3.2 Batasan Masalah .....	27
3.3 Metode Penelitian .....	27
3.4 Prosedur Penelitian .....	28

3.4.1	Survey Pendahuluan .....	28
3.4.2	Studi Pustaka .....	28
3.4.3	Identifikasi Masalah .....	28
3.4.4	Rumusan Masalah.....	30
3.4.5	Penentuan Tujuan .....	30
3.4.6	Pengumpulan Data .....	30
3.4.7	Pengolahan Data .....	32
3.4.8	Hasil dan Pembahasan.....	37
3.4.9	Kesimpulan dan Saran .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Profil Perusahaan .....	39
4.2	Proses Produksi .....	40
4.3	Skema Sistem Produksi Pengalengan Jamur Kancing ..	48
4.4	Hasil Pengumpulan Data .....	49
4.4.1	<i>Process Amount</i> dan <i>Defect Amount</i> .....	50
4.4.2	Data <i>Running Time</i> .....	50
4.4.3	Data <i>Planned Downtime</i> .....	51
4.4.4	Data <i>Setup and Adjustment</i> .....	51
4.4.5	Data <i>Standby Time</i> .....	51
4.4.6	Data <i>Downtime</i> .....	51
4.4.7	<i>Schedule Shutdown</i> .....	52
4.4.8	Data <i>Theoretical Processing Time</i> .....	52
4.5	Hasil Pengolahan Data .....	53
4.5.1	Hasil Perhitungan nilai <i>Throughput Equipment Effectiveness</i> (TEE) .....	53
4.5.2	Hasil Perhitungan nilai <i>Overall Throughput Effectiveness</i> (OTE).....	55
4.5.3	Hasil Diagnosa <i>Bottleneck Indicator</i> (BI) .....	55
4.5.4	Skema Nilai Effectifitas Kinerja Sistem .....	56
4.5.5	Hasil Pengukuran <i>Six Big Losses</i> .....	57
4.6	Analisis Kegagalan .....	58
4.6.1	Analisis Menggunakan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	58
4.6.2	Analisis Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> .....	62
4.7	Analisis Hasil dan Penyelesaian Masalah.....	68
4.7.1	Analisis TEE .....	68
4.7.2	Analisis OTE .....	70
4.7.3	Analisis <i>Bottleneck Indicator</i> .....	71

4.7.4 Analisis <i>Six Big Losses</i> .....	72
4.7.5 Analisis Kegagalan.....	75
4.8 Implikasi Manajerial .....	78
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	81
5.2 Saran .....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>91</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Jamur Kancing ( <i>Agaricusbisporus</i> ) @ 100gr .....	7
Tabel 2.2 Simbol–Simbol <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) .....	21
Tabel 3.1 Data Waktu Kinerja Mesin .....	33
Tabel 3.2 TEE Mesin .....	34
Tabel 4.1 Data <i>Theoritical Processing Time</i> Mesin Januari 2017– Maret 2017 .....	52
Tabel 4.2 Persentase Nilai Faktor <i>Six Big Losses</i> pada Bulan Januari–Maret 2017 .....	58
Tabel 4.3 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	59
Tabel 4.4 Rangkings Mode Kegagalan .....	60
Tabel 4.5 <i>Event</i> dan simbol <i>event</i> mesin <i>slicing</i> tidak beroperasi .....	63
Tabel 4.6 <i>Event</i> dan simbol <i>event</i> mesin <i>seaming</i> tidak beroperasi .....	63
Tabel 4.7 <i>Event</i> dan simbol <i>event</i> mesin <i>exhausting</i> tidak beroperasi .....	64
Tabel 4.8 Probabilitas Kejadian <i>Basic Event</i> Bulan Januari– Maret 2017 .....	66
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Probabilitas dan <i>Minimal</i> <i>Cut Set</i> .....	66
Tabel 4.10 RRW mesin <i>slicing</i> tidak beroperasi .....	68
Tabel 4.11 RRW mesin <i>exhausting</i> .....	68
Tabel 4.12 RRW mesin <i>seamer</i> tidak beroperasi .....	68





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sub-sistem OTE (1) sistem seri (2) sistem parallel (3) sistem assembly (4) sistem expansion .....	17
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian .....	29
Gambar 4.1 Skema Produksi Pengalengan Jamur Kancing PT. Eka Timur Raya .....	49
Gambar 4.2 Skema Produksi Pengalengan Jamur Kancing <i>Slice</i> dan MSP .....	49
Gambar 4.3 Skema Produksi Pengalengan Jamur Kancing <i>Whole</i> .....	49
Gambar 4.4 Nilai Efektifitas Kinerja Sistem Proses Produksi Pengalengan Jamur Kancing <i>slice</i> dan MSP Periode Januari-Maret 2017 .....	57
Gambar 4.5 Mesin <i>Slicing</i> .....	61
Gambar 4.6 Mesin <i>Exhausting</i> .....	61
Gambar 4.7 Mesin <i>Seaming</i> .....	61
Gambar 4.8 <i>Fault Tree</i> Mesin <i>Slicing</i> .....	63
Gambar 4.9 <i>Fault Tree</i> Mesin <i>seaming</i> .....	63
Gambar 4.10 <i>Fault Tree</i> Mesin <i>Exhausting</i> .....	64
Gambar 4.11 Bagian Penting Mesin <i>Seamer</i> .....	77



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1. Skala Penilaian untuk <i>Severity</i> , Skala Penilaian untuk <i>Occurance</i> dan Skala Penilaian untuk <i>Detection</i> .....	93
Lampiran2. Diagram Alir Proses Pengalengan Jamur Kancing	97
Lampiran 3. <i>Availability Efficiency, Performance Efficiency, Quality Efficiency</i> dan <i>Throughput Equipment Efficiency</i> .....	99
Lampiran 4. Perhitungan OTE.....	107
Lampiran 5. <i>Bottleneck Indicator</i> .....	111
Lampiran 6. Perhitungan <i>Six Big Losses</i> .....	113
Lampiran 7. Kuesioner Penelitian .....	117
Lampiran 8. Perhitungan Probabilitas dan <i>Minimal Cut Set</i> Mesin <i>Slicing, exhausting</i> dan Mesin <i>Seamer</i> .....	125

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Jamur merupakan organisme yang tidak berklorofil, sehingga tidak dapat memanfaatkan cahaya matahari untuk mensintesis karbohidrat dengan cara fotosintesis (Irianto *et al.*, 2008). Nilai nutrisi jamur hampir sama dengan sayuran, walaupun kandungan karbohidrat dan proteinnya lebih tinggi dari sayur-sayuran. Jamur memiliki kandungan protein sangat tinggi, yaitu 20-30% protein kasar (persen berat kering jamur). Nilai tersebut sangat bervariasi antar spesies, misal hanya 3.5% dalam *Cantharellus cibarus* dan 44% dalam *Agaricus bisporus* (Ingram, 2002). Di Indonesia, khususnya di daerah Jawa Timur produksi jamur pada tahun 2014 sebesar 6.723.890 ton dan pada tahun berikutnya produksi jamur meningkat menjadi 7.909.278 ton. Meningkatnya produksi jamur di daerah Jawa Timur terjadi karena permintaan konsumen terhadap produk olahan jamur salah satunya yaitu produk jamur kaleng. Pengalengan adalah salah satu cara pengawetan bahan pangan dengan cara dikemas hermetis dan kemudian disterilkan. Pengemasan secara hermetis yaitu mengemas bahan pangan dalam suatu wadah baik kaleng, aluminium maupun gelas yang penutupannya sangat rapat, sehingga tidak dapat ditembus udara, air, kerusakan akibat oksidasi maupun perubahan cita rasa (Adwyah, 2007).

Saat ini, peningkatan produktivitas adalah tantangan terbesar bagi perusahaan untuk dapat tetap bersaing. Untuk dapat meningkatkan produktivitas, diperlukan suatu sistem produksi yang beroperasi secara efisien dan efektif. Menurut Lazim dan Ramayah (2010), untuk beroperasi secara efisien dan efektif, perusahaan manufaktur perlu memastikan bahwa tidak terdapat gangguan produksi yang disebabkan oleh kerusakan, pemberhentian dan kegagalan mesin. Pada umumnya penyebab gangguan produksi dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu faktor manusia, mesin, dan lingkungan.

Faktor terpenting dari kondisi tersebut adalah *performance* mesin yang digunakan (Wahjudi *et al.*, 2009).

PT Eka Timur Raya (ETIRA) merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dalam pengolahan dan pengalengan jamur kancing (*champignon*) sejak tahun 1999. Produksi jamur di PT ETIRA digunakan untuk memenuhi kebutuhan pasar lokal serta ekspor ke beberapa negara di Timur Tengah, Amerika Serikat, dan Jepang. PT ETIRA memproduksi jamur kaleng dengan kapasitas lebih dari 12,6 ton jamur kancing segar tiap harinya yang dikemas dalam kaleng dengan ukuran 4 oz, 8 oz dan 68 oz. Jamur kancing yang dikemas dalam kaleng terbagi menjadi 3 jenis yaitu *whole*, *slice* dan MSP (*Mushroom Stems Pieces*). Proses pengalengan jamur di PT ETIRA dimulai dengan penerimaan jamur segar (*receiving material*) hingga dilakukannya *stuffing* dan pengangkutan produk jadi untuk dipasarkan. Proses produksi dilakukan dengan sistem *batch* pada tiap kedatangan jamur. Jamur segar yang diterima dilakukan proses pencucian, *trimming* dan *blanching*. Pada *semi product line* dilakukan sortasi 1, *grader* dan sortasi 2. Proses di lini pengalengan adalah *slicing*, *filling*, *exhausting* dan *seaming*. Proses selanjutnya adalah sterilisasi, *can drying*, pelabelan serta pengepakan. Hal yang menjadi titik kritis pada proses pengalengan jamur di PT ETIRA adalah pada saat dilakukan proses penutupan (*seaming*). Permasalahan yang berkaitan dengan tingkat efektivitas mesin *seamer* adalah adanya kegagalan penutupan saat proses *seaming* seperti sering terjadi *screath* pada panel penutup, kaleng terjepit saat *seaming* berjalan, terjadi kemacetan saat *transfer lid*, serta terdapat *defect product* dari *seamer* yang diketahui setelah proses sterilisasi. Persentase kegagalan proses *seaming* pada jamur kancing kaleng selama tahun 2016 untuk produk kemasan 4 oz yakni sebesar 83,18% dari total akumulasi, sedangkan kemasan 8 oz hanya 16,42% dan kemasan 68 oz sebesar 0,4%.

Metode pengukuran yang sering digunakan dalam melakukan analisis efektivitas kinerja mesin dan peralatan adalah OEE. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) merupakan alat ukur (*metric*) yang sering digunakan untuk mengukur efektivitas peralatan yang dapat memberikan

informasi kepada perusahaan dalam menentukan keefektifan pelaksanaan kebijakan perawatan yang dilakukan (Betrianis dan Suhendra, 2006 ). Keunggulan dari analisa dengan OEE yaitu kualitas perawatan mesin akan terfokus dengan penilaian *availability*, *performance* dan *quality* dari tiap-tiap stasiun (Said dan Susetyo, 2008). Namun, Scott dan Pisa (1998) mengungkapkan bahwa OEE adalah hal yang penting dan sering digunakan tetapi tidaklah cukup untuk mengukur performansi produksi pada tingkat pabrik. Perlu adanya suatu pendekatan lagi untuk mengukur performansi dan produktivitas suatu sistem produksi yang saling terintegrasi. Muncul konsep *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) sebagai pengembangan OEE untuk mengukur efektivitas dari sistem produksi. Pada konsep OTE ini, suatu sistem dipandang sebagai suatu kesatuan subsistem.

Tindakan pencegahan terhadap kegagalan memerlukan analisis kegagalan yang akan terjadi. Untuk tindakan pencegahan ini, analisis kegagalan dapat dilakukan dengan menggunakan suatu konsep yaitu *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) sehingga dengan mengetahui penyebab kecacatan produk maka dapat dilaksanakan penanggulangan yang dapat mengurangi tingkat kecacatan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan serta masalah pada proses produksi dengan menghitung nilai *severity*, *occurance* dan *detection* pada tabel FMEA, yang kemudian diikuti dengan pembobotan nilai dan pengurutan berdasarkan *risk priority number* (RPN). Kelebihan analisis kegagalan menggunakan FMEA yaitu dapat digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasikan, dan menghilangkan kegagalan serta masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang yang berpotensi terjadi pada sistem. Sedangkan FTA digunakan untuk mencari penyebab utama terjadinya kegagalan serta masalah pada mesin atau peralatan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Kelebihan FTA adalah dapat menganalisa kegagalan sistem, dapat mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama, dan menemukan penyebab terjadinya kegagalan serta masalah pada proses produksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah telah dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar tingkat efektifitas lini produksi pengalengan jamur kancing dengan perhitungan TEE menggunakan metode OTE.
2. Mesin apa saja yang terindikasi sebagai *bottleneck* pada lini produksi pengalengan jamur kancing
3. Berapa nilai *losses* yang terdapat pada tiap-tiap mesin pada lini produksi dan faktor apa saja yang menjadi penyebab kegagalan mesin pada lini produksi.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai *Throughput Equipment Effectiveness* (TEE) menggunakan metode *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) pada lini produksi
2. Mengidentifikasi *bottleneck indicator* pada lini produksi
3. Menentukan nilai *losses* yang terdapat pada tiap-tiap mesin selama periode pengukuran dan hal apa saja yang menjadi penyebab dasar kegagalan mesin berdasarkan analisis kegagalan menggunakan FMEA dan FTA.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diperoleh antara lain:

1. Bagi perusahaan  
Memberikan masukan pada perusahaan dalam meningkatkan nilai efektifitas lini produksi pengalengan jamur kancing. Serta sebagai upaya perbaikan efektifitas berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi *losses*.

2. Bagi kalangan akademis  
Sebagai referensi dan informasi yang berkaitan dengan perencanaan peningkatan effektivitas lini produksi dengan pendekatan OTE dan analisis kegagalan menggunakan FMEA dan FTA.





## BAB II TINJAUAN PUSKATA

### 2.1 Jamur Kancing (*Champignon*)

Jamur merupakan sumber bahan pangan nabati yang cukup potensial. Beberapa jenis jamur dari alam sudah lama di budidayakan oleh manusia untuk tujuan konsumsi. Jenis-jenis jamur tersebut antara lain jamur champignon, jamur kuping, jamur tiram serta jamur sittake (Jaelani, 2008). Jamur kancing (*Champignon*) dengan nama latin (*Agaricus bisporus*) merupakan jamur yang memiliki bentuk bulat dengan tangkai pendek dan gemuk seperti kancing. Jamur kancing yang masih mudah memiliki tudung yang masih menguncup sedangkan yang tua tudungnya membuka (Suharjo, 2007).

Jamur kancing memiliki nilai organoleptik (rasa, aroma dan penampilan) yang tinggi serta menarik sehingga banyak di gemari masyarakat dunia. Selain itu juga jamur kancing mengandung asam glutamat dan beberapa enzim yang berperan penting dalam pertumbuhan tubuh manusia. Kandungan gizi yang cukup tinggi juga membuat jamur kancing di percaya sebagai alternatif pangan dalam mengatasi kekurangan gizi (Aditya & Dewi, 2011). Kandungan nutrisi jamur kancing (*Agaricus bisporus*) cukup lengkap yaitu mengandung protein, karbohidrat, serat dan berbagai macam vitamin dan mineral (**Tabel 2.1**) (USDA *National Nutrient Database for Standard Reference* (2017). Kandungan nutrisi yang terdapat pada jamur membuat jamur tidak dapat bertahan lebih lama dalam lingkungan biasa. Berbagai cara untuk mempertahankan daya tahan jamur, yaitu dengan cara di awetkan. Salah satu jenis pengawetan dengan cara pengalengan (Jaelani, 2008).

### 2.2 Pengalengan

Pengalengan didefinisikan sebagai suatu cara pengawetan bahan pangan yang dipak secara hermetis (kedap terhadap udara, air, mikroba, dan benda asing lainnya) dalam suatu wadah, yang kemudian disterilkan secara komersial untuk membunuh semua mikroba patogen (penyebab penyakit) dan

pembusuk (Dwiari, 2008). Menurut Jaelani (2008) pengawetan jamur dengan metode pengalengan dapat mempertahankan kualitas jamur hingga 2 tahun. Pengawetan dengan cara pengalengan merupakan metode yang paling unggul. Hanya saja di pasaran jamur bentuk awetan dalam kaleng lebih banyak ditemui pada jenis jamur kompos, seperti jamur merang dan jamur kancing.

**Tabel 2.1** Kandungan nutrisi jamur kancing (*Agaricus bisporus*)  
@ 100gr

Komponen	Jumlah (gram)	Komponen	Jumlah (gram)
Karbohidrat	3,26	Folate(Vit B9)	$1,7 \times 10^{-5}$
Sugars	1,98	Vitamin B12	$4 \times 10^{-8}$
Dietary fiber	1	Vitamin C	$2,1 \times 10^{-3}$
Fat	0,34	Vitamin D	$2 \times 10^{-7}$
Protein	3,09	Iron	$5 \times 10^{-4}$
Air	92,45	Magnesium	$9 \times 10^{-3}$
Thiamin (Vit B1)	$8 \times 10^{-5}$	Phosfor	$86 \times 10^{-3}$
Riboflavin (Vit B2)	$4,02 \times 10^{-4}$	Potasium	$318 \times 10^{-3}$
Niacin	$3607 \times 10^{-6}$	Sodium	$5 \times 10^{-3}$
Vitamin B6	$1,04 \times 10^{-4}$	Zinc	$5,2 \times 10^{-4}$

Sumber: USDA *National Nutrient Database for Standard Reference* (2017)

Proses pengalengan jamur di mulai dengan menyeleksi jamur sesuai dengan ukuran. Kemudian, jamur tersebut di cuci hingga bersih terutama bagian tangkai jamur yang biasanya masih terdapat sisa-sisa media tumbuh. Jamur yang sudah dicuci di masukkan kedalam air mendidih selama kurang lebih lima menit untuk menghentikan aktifitas enzim. Jamur yang sudah di blancing didinginkan, kemudian dilakukan pengisian jamur ke dalam kaleng dengan menambahkan larutan pengawet berupa 2% larutan garam (NaCl), 0,1% sodium metabisulfit dan 0,1% sodium benzoate. Setelah proses pengisian, dilakukan proses penutupan dan sterilisasi selama 30-60 menit pada suhu 121-130°C. Tahapan akhir proses pengalengan yaitu pendinginan. Jamur yang sudah di sterilisasi di dinginkan sebelum disimpan di ruang penyimpanan (Aditya & Dewi, 2011).

### 2.3 Pengukuran Kinerja Mesin

Pengukuran adalah penilaian numerik terhadap fakta-fakta dari objek yang hendak diukur menurut kriteria atau satuan-satuan tertentu (Wiersma dan Jurs, 1990). Menurut Bernardin dan Russel (1993) kinerja adalah hasil yang merupakan fungsi dari sistem kerja. Istilah kinerja mengarah pada dua hal yaitu proses dan hasil yang dicapai. Pengukuran kinerja adalah tindakan pengukuran yang dilakukan terhadap berbagai aktifitas dalam rantai nilai yang ada pada perusahaan (Yuwono dkk., 2007).

Mesin/peralatan merupakan komponen penting dalam proses produksi. Kelangsungan produksi sangat bergantung kepada mesin yang yang beroperasi sehingga aktifitas pemeliharaan mesin yang baik sangat dibutuhkan (Ansori dkk., 2013). Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan manufaktur untuk menjaga kestabilan produksi adalah melakukan pemeliharaan mesin atau peralatan. Sharma *et al.*, (2011) mendefinisikan pemeliharaan sebagai aktivitas yang diperlukan untuk menjaga fasilitas pada kondisi yang diinginkan sehingga memenuhi kapasitas produksinya. Filosofi pemeliharaan yang kemudian berkembang dan mulai diterapkan dalam perusahaan manufaktur adalah *Total Productive Maintenance* (TPM). Penerapan TPM dalam perusahaan manufaktur diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Nakajima, 1998). Sedangkan tujuan dilakukannya pemeliharaan menurut Corder (1996) antara lain adalah :

1. Memperpanjang kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Tingkat efisiensi dan efektivitas sistem pemeliharaan memiliki peran yang penting dalam kesuksesan dan keberlangsungan sebuah perusahaan. Sehingga *performance* dari sistem tersebut perlu diukur menggunakan sebuah teknik pengukuran kinerja. Beberapa alasan yang mendukung pentingnya *maintenance performance measurement* menurut Parida dan Kumar (2006) yaitu :

1. Untuk mengukur nilai yang ditimbulkan oleh pemeliharaan.
2. Untuk menganalisis investasi yang dilakukan.
3. Untuk meninjau sumber daya yang dialokasikan.
4. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman.
5. Untuk berfokus pada *knowledge management*.
6. Untuk beradaptasi dengan tren baru pada strategi operasi dan pemeliharaan.
7. Untuk perubahan organisasi secara struktural.

## **2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu konsep untuk mengukur produktivitas dari peralatan produksi pada suatu pabrik (Stephens, 2004). Menurut Pentilon *et al.*, (2006) merupakan metode pengukuran produktivitas peralatan dan mesin pada suatu perusahaan untuk mengidentifikasi dan mengukur faktor kerugian dari manufaktur yaitu ketersediaan, kinerja dan tingkat kualitas. OEE dapat dinyatakan sebagai perbandingan dari *output* aktual dari mesin dibagi dengan *output* maksimal mesin saat berada dalam kondisi terbaik. Perhitungan OEE didasarkan pada tiga faktor utama yaitu ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance rate*), dan kualitas (*quality rate*). Secara matematis OEE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability\ rate \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ Quality \quad (2.1)$$

*Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* yang telah dipraktekkan secara

luas di dunia. Berikut OEE *benchmark* tersebut yang dikutip dari situs [www.leanproduction.com](http://www.leanproduction.com) :

1. Jika skor OEE 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepat dan tidak ada *downtime*
2. Jika skor OEE 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang sesuai untuk dijadikan tujuan jangka panjang
3. Jika skor OEE 65%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang luas untuk perbaikan
4. Jika skor OEE 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah tetapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah diperbaiki dengan melakukan pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri penyebab *downtime* dan menangani sumber penyebab satu per satu)

#### 2.4.1 Perhitungan Nilai *Availability* (%)

*Availability* adalah perbandingan waktu operasi dengan waktu *loading*. Waktu operasi dapat diperoleh dari pengurangan waktu *loading* dengan waktu *downtime* peralatan. Menurut Rahmad (2012), *Availability* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan beroperasinya peralatan untuk kegiatan produksi. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *down-time* peralatan, terhadap *loading time*. Rumus yang digunakan untuk pengukuran *availbility ratio* adalah (Stephens, 2004):

$$\text{Operating time} = \text{loading time} - \text{downtime} \quad (2.2)$$

$$\text{AR (\%)} = \frac{\text{Operating time (menit)}}{\text{Loading time (menit)}} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

- AR = *Availability Ratio*
- *Operating time* merupakan lama dari waktu peralatan yang benar-benar beroperasi (*loading time* – *downtime*).

- *Loading time* merupakan waktu yang tersedia untuk produksi (per periode).
- *Downtime* merupakan waktu proses mesin yang hilang dikarenakan adanya gangguan pada mesin atau peralatan yang mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan akibat kegagalan mesin, kerusakan alat dan *unplanned maintenance*.

#### 2.4.2 Perhitungan Nilai *Performance Efficiency* (%)

*Performance Efficiency* adalah rasio kualitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia (*operation time*). *Performance efficiency* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang (Fadillah, 2009). Menurut Rahmad (2012), pengukuran *performance efficiency* mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual. Rumus *Performance Efficiency* adalah:

$$PE(\%) = \frac{\text{Process amount (produk)} \times \text{ideal cycle time (menit)}}{\text{Operating time (menit)}} \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan:

- *PE* = *Performance Efficiency*
- *Process amount* adalah jumlah berat total yang diproses oleh peralatan
- *Ideal cycle time* adalah waktu siklus ideal atau teoritis.
- *Operating time* adalah lama waktu peralatan yang benar-benar beroperasi.

#### 2.4.3 Perhitungan Nilai *Rate Of Quality Product* (%)

*Rate Of Quality Product* adalah perbandingan produk yang baik (*good product*) yang sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses. *Rate of quality product* adalah rasio dari produk yang baik sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang tentukan

terhadap jumlah produk yang diproses. *Rate of quality product* dapat menggambarkan seberapa besar kemampuan mesin dan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan (Teguh dan Priyanta, 2010). Rumus yang digunakan untuk pengukuran *Rate Of Quality Product* adalah:

$$RQ (\%) = \frac{\text{Process amount} - \text{defect amount}}{\text{Process amount}} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan

- *RQ* = *Rate of Quality Product*
- *Process amount* adalah jumlah produk yang akan diproduksi
- *Defect amount* adalah banyaknya produk cacat dalam sistem produksi

## 2.5 Six Big Losses

Kegiatan dan tindakan-tindakan yang dilakukan tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan downtime mesin/peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan. Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien. Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin dan peralatan. Keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *six big losses*. dikategorikan menjadi 3 kategori utama berdasarkan aspek kerugiannya, yaitu *downtime losses* (*breakdown* dan *setup and adjustment*), *speed losses* (*idling and minor stoppages* dan *reduced speed*) dan *defects losses* (*defects in process* dan *reduced yield*) (Nakajima, 1998).

### 1. *Downtime losses*

#### a. *Equipment failure*

Kerugian yang tergolong *breakdown losses* atau *equipment failure* adalah kerugian yang disebabkan kerusakan mesin/peralatan. Kerugian ini akan



mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia yang akibatnya berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk cacat yang dihasilkan. Berikut perhitungan *breakdown losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Breakdown losses} = \frac{\text{downtime}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.6)$$

b. *Set-up and adjustment losses*

Kerugian jenis ini adalah semua waktu setup termasuk waktu penyesuaian yang diperlukan untuk setup mesin mulai dari mesin berhenti hingga mesin beroperasi dengan normal. Berikut perhitungan *Set-up and adjustment losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Setup\&adjustment losses} = \frac{\text{setup time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.7)$$

2. *Speed losses*

a. *Reduce speed*

*Reduce speed* mengacu antara perbedaan antara kecepatan ideal dengan kecepatan aktual operasi. Peralatan mungkin bekerja dibawah kecepatan idealnya dengan beberapa alasan antara lain karena peralatan tidak standar, masalah mekanik, atau kelebihan beban kerja terhadap peralatan tersebut. Berikut perhitungan *Reduce speed losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Reduce speed} = \frac{\text{operational time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{processed amount})}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.8)$$

b. *Idling and minor stoppages*

*Idling and minor stoppages* disebabkan mesin berhenti sesaat ataupun terganggu oleh faktor eksternal seperti pemadaman listrik dan pembersihan. Berikut perhitungan *Idling and minor stoppages* dengan rumus (Stephens, 2004):

$$\text{Idling and minor stoppages} = \frac{\text{non-productive time}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.9)$$

### 3. *Quality losses*

#### a. *Defect in process*

*Defect in process* merupakan kerugian yang disebabkan karena adanya product cacat maupun karena proses pengerjaan ulang. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material dan mengurangi jumlah produksi. Kerugian akibat pengerjaan ulang akan mempengaruhi waktu produksi karena dalam pengerjaan ulang dibutuhkan waktu untuk mengolah dan memperbaiki produk cacat (Fadillah, 2009). Berikut perhitungan *defect in process* dengan rumus (Stephens, 2004):

*Defect in process* =

$$\frac{\text{idle cycle time} \times \text{defect amount}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.10)$$

#### b. *Reduced yield losses*

*Reduced yield losses* terjadi akibat dari material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku. Kerugian ini dibagi menjadi dua bagian. Pertama, berupa sampah bahan baku yang disebabkan kesalah desain, metode *manufacture* dan peralatan yang mengalami gangguan. Kedua, kerusakan produksi yang disebabkan oleh adanya pengaturan presisi (*adjusting*) dan pada saat mesin belum pada kondisi kerja yang stabil, sehingga banyak terjadi kegagalan (*reject*) (Fadillah, 2009). Berikut perhitungan *reduced yield losses* dengan rumus (Stephens, 2004):

*Reduced yield losses* =

$$\frac{\text{idle cycle time} \times \text{reject}}{\text{loading time}} \times 100\% \quad (2.11)$$

## 2.6 Overall Throughput Effectiveness (OTE)

Menurut Muthiah dan Huang (2006) bahwa OTE dikembangkan berdasarkan pemikiran untuk membandingkan produktivitas aktual dengan produktivitas maksimum yang dapat dicapai. Tujuan dari OTE adalah untuk mengukur performansi dari pabrik dan dapat digunakan untuk melakukan diagnosa terhadap permasalahan *bottleneck* dan mengidentifikasi *hidden*

*capacity*. Pabrik adalah sebuah sistem yang terdiri dari subsistem-subsistem yang menyusunnya. Pabrik tidak dapat disamakan dengan sebuah peralatan dimana ketika ingin menghitung performansi dari peralatan tersebut dapat digunakan OEE. Menurut Huang (2007) Jika OEE digunakan pada level peralatan atau mesin maka OTE dapat dijadikan alat untuk mengukur performansi subsistem. Secara sederhana OTE dapat dirumuskan seperti berikut:

$$OTE = \frac{\text{Actual throughput (unit) dari pabrik pada waktu total}}{\text{Theoretical throughput (unit) dari pabrik pada waktu total}} \quad (2.12)$$

Metrik OTE adalah sebuah fungsi dari *Throughput Equipment Effectiveness* (TEE). TEE merupakan sebuah modifikasi dari OEE yang dikembangkan oleh Nakajima (1998). TEE merupakan metrik yang sama dengan OEE yaitu terdiri dari *availability efficiency*, *performance efficiency* dan *quality efficiency*. Namun, satu hal yang dapat dilihat metrik TEE berbeda dengan OEE mengenai langkah perhitungan *performance efficiency* ( $P_{eff}$ ).  $P_{eff}$  dalam OEE menghitung *idle time* dan waktu yang terkait pada peralatan/mesin ketika peralatan atau mesin kondisi siap untuk produksi tetapi disana tidak ada bagian-bagian yang ada selama proses. Hal ini menjadi motivasi dalam pembuatan konsep TEE. Rumus perhitungan TEE adalah (Muthiah, 2006):

$$TEE = A_{eff} \times P_{eff} \times Q_{eff} \quad (2.13)$$

Dimana :

$$A_{eff} = \frac{\text{Total uptime (T}_u\text{)}}{\text{Total time (T}_t\text{)}} \times 100\% \quad (2.14)$$

$$P_{eff} = \frac{\text{Theoretical processing time (T}_{th}\text{)}}{\text{Actual processing time (T}_{act}\text{)}} \times 100\% \quad (2.15)$$

$$Q_{eff} = \frac{\text{Actual good product unit process (P}_g\text{)}}{\text{Actual product unit process (P}_a\text{)}} \times 100\% \quad (2.16)$$

Keterangan:

*Total uptime* ( $T_u$ ) = Total waktu operasional

*Total time* ( $T_t$ ) = Total waktu kerja

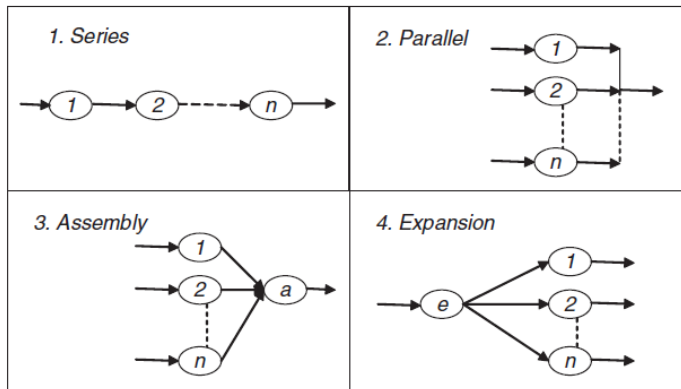
*Theoretical processing time* ( $T_{th}$ ) = Waktu teoritis mesin memproses produk

*Actual processing time* ( $T_{act}$ ) = Waktu aktual mesin memproses produk

*Actual product unit process* ( $P_a$ ) = Total produk aktual yang diproses selama operasional

*Good product output* ( $P_g$ ) = Total produk baik yang dihasilkan

Menurut Muthiah *et al.*, (2006) ada 4 subsistem yang unik ketika berbicara dalam lingkup OTE. Subsistem ini mencerminkan proses yang terdapat pada sebuah pabrik. Berikut adalah gambar sub-sistem :



**Gambar 2.1.** Sub-sistem OTE (1) sistem seri (2) sistem parallel (3) sistem assembly (4) sistem expansion (Muthiah *et al.*, 2006)

Keterangan :

n = banyak mesin/peralatan

a = mesin/peralatan dari mesin perakitan

e = mesin/peralatan stasiun ekspansi

Berdasarkan subsistem tersebut maka untuk menghitung OTE dapat digunakan rumus sebagai berikut (Muthiah *et al.*, 2006):

1. OTE Series=

$$\frac{\min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{R_{th(i)}\}} \quad (2.17)$$

$$2. \text{ OTE Parallel} = \frac{\sum_{i=1}^n (TEE_{(i)} \times R_{th(i)})}{\sum_{i=1}^n R_{th(i)}} \quad (2.18)$$

3. OTE Assembly=

$$\frac{\min \left\{ \min_{i=1,2,..,n} \left\{ TEE_{(i)} \times \frac{R_{th(i)}}{k_{A(i)}} \times Q_{eff(a)} \right\} TEE_{(a)} \times R_{th(a)} \right\}}{\min \left\{ \min_{i=1,2,..,n} \left\{ \frac{R_{th(i)}}{k_{A(i)}} \right\}, R_{th(a)} \right\}} \quad (2.19)$$

4. OTE Expansion=

$$\frac{\sum_{i=1}^n \min \{ TEE_{(e)} \times R_{th(e)} \times k_{E(i)} \times Q_{eff(i)}, TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \}}{\sum_{i=1}^n \min \{ R_{th(e)} \times k_{E(i)}, R_{th(e)} \}} \quad (2.20)$$

Keterangan :

- TEE<sub>(i)</sub> = TEE secara teoritis pada peralatan i
- TEE<sub>(a)</sub> = TEE secara teoritis pada peralatan subsistem assembly
- TEE<sub>(e)</sub> = TEE secara teoritis pada peralatan subsistem ekspansi
- TEE<sub>(n)</sub> = TEE secara teoritis pada peralatan subsistem n (terakhir pada subsistem seri)
- R<sub>th(i)</sub> = Laju pengolahan rata-rata secara teoritis pada peralatan i
- R<sub>th(a)</sub> = Laju pengolahan rata-rata secara teoritis pada peralatan subsistem assembly
- R<sub>th(e)</sub> = Laju pengolahan rata-rata secara teoritis pada peralatan subsistem ekspansi
- R<sub>th(n)</sub> = Laju pengolahan rata-rata secara teoritis pada peralatan subsistem n (terakhir pada subsistem seri)
- Q<sub>eff(i)</sub> = Efisiensi kualitas pada peralatan i
- Q<sub>eff(j)</sub> = Efisiensi kualitas pada peralatan j
- Q<sub>eff(a)</sub> = Efisiensi kualitas pada peralatan pada subsistem assembly
- I = Peralatan ke-i
- k<sub>A(i)</sub> = Jumlah komponen yang diperlukan dari peralatan i untuk membuat suatu produk akhir pada peralatan subsistem assembly
- A = Stasiun perakitan
- K<sub>E(i)</sub> = Jumlah komponen yang dihasilkan dari satu part pada subsistem ekspansi yang akan dikirim ke peralatan i

E	= Stasiun ekspansi
N	= Jumlah peralatan di subsistem
N	= Jumlah bagian yang dihasilkan dari pengolahan satu bagian dalam stasiun ekspansi.

OTE juga dapat didefinisikan sebagai konsep yang digunakan untuk mendefinisikan stasiun yang menjadi *bottleneck* (Ma'arif dan Hendri, 2006). Mengidentifikasi *bottleneck* dari subsistem yang berbeda akan memungkinkan manajemen cepat bereaksi untuk memperbaiki informasi masalah yang berpeluang terjadi dalam sistem. *Bottleneck* merupakan suatu masalah yang disebabkan oleh adanya suatu mesin atau stasiun kerja yang menghambat aliran produksi dan menjadi kendala dalam kegiatan proses produksi. *Bottleneck* dapat menyebabkan antrian pekerjaan yang menunggu untuk segera diselesaikan (Suci, dkk., 2013). *Bottleneck indicator* (BI) digunakan untuk mendiagnosa sistem. Stasiun yang memiliki *bottleneck* ini adalah stasiun yang memiliki nilai *bottleneck indicator* terkecil. *Bottleneck indikator* terkecil ini nantinya akan digunakan untuk mencari nilai OTE pada subsistem seri. Nilai *bottleneck indicator* dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut (Muthiah, 2006):

1. *Series*

BI *Series*=

$$\min \{ \min_{i=1,2,\dots,n-1} \{ TEE_{(i)} x R_{th(i)} x \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)} \}, TEE_{(n)} x R_{th(n)} \} \quad (2.21)$$

2. *Parallel*

$$BI \text{ Parallel} = \sum_{i=1}^n (TEE_{(i)} x R_{th(i)}) \quad (2.22)$$

3. *Assembly*

BI *Assembly*=

$$\min \left\{ \min_{i=1,2,\dots,n} \left\{ TEE_{(i)} x \frac{R_{th(i)}}{k_{A(i)}} x Q_{eff(a)} \right\}, TEE_{(a)} x R_{th(a)} \right\} \quad (2.23)$$

4. *Expansion*

BI *Expansion* =

$$\sum_{i=1}^n \min \{ TEE_{(e)} x R_{th(e)} x k_{E(i)} x Q_{eff(i)}, TEE_{(i)} x R_{th(i)} \} \quad (2.24)$$

## 2.7 Fault Tree Analysis (FTA)

*Fault Tree Analysis* merupakan salah satu *tool* yang digunakan untuk menelusuri kerusakan sistem dan merupakan metode analisis deduktif untuk mengidentifikasi terjadinya kerusakan pada sistem dengan cara menggambarkan alternative-alternatif kejadian dalam suatu blok diagram secara terstruktur (Hoyland dan Rausand, 2004). Tujuan dari penggunaan FTA untuk mengidentifikasi kombinasi dari *equipment failure* dan *human error* yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kejadian yang tidak dikehendaki. Serta untuk memprediksi kombinasi kejadian yang tidak dikehendaki, sehingga dapat dilakukan koreksi untuk meningkatkan produk *safety* (Sutanto, 2010).

Kelebihan FTA adalah dapat menganalisa kegagalan sistem, dapat mencari aspek-aspek dari sistem yang terlibat dalam kegagalan utama, dan menemukan penyebab terjadinya kecacatan produk pada proses produksi (Vesely, 2002). Menurut Priyanta (2000) terdapat 5 tahapan untuk melakukan analisis dengan *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau.
2. Penggambaran model grafis *fault tree*.
3. Mencari minimal cut set dari analisis *fault tree*.
4. Melakukan analisa kualitatif dari *fault tree*.
5. Melakukan analisa kuantitatif dari *fault tree*.

Simbol-simbol yang digunakan pada *Fault Tree Analysis* (FTA), dapat dilihat pada **Tabel 2.2**






## 2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu teknik rekayasa yang digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan dan membuang potensi masalah dari suatu *system*, desain dan proses sebelum kegagalan tersebut teridentifikasi konsumen (Al-Ghofari, dkk. 2012). Menurut Yumaida (2011) FMEA adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasikan, dan menghilangkan

kegagalan serta masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang yang berpotensi terjadi pada sistem. Perlu dipahami beberapa terminologi yang berhubungan dengan penggunaan *Failure Mode and Effect Analysis* adalah sebagai berikut (Gaspersz, 2002):

1. *Component*, Komponen dari sistem atau alat yang dianalisis.
2. *Potential Failure Mode*, menggambarkan cara dimana sebuah produk atau proses bisa gagal untuk melaksanakan fungsi yang diperlukan.

**Tabel 2.2** Simbol-Simbol *Fault Tree Analysis* (FTA)

Simbol	Keterangan
	<i>Top event</i> Kejadian puncak yang dicari akar penyebabnya.
	<i>Logic event OR</i> Kejadian pada output paling tidak terdapat satu kejadian pada input yang terjadi.
	<i>Logic event AND</i> Kejadian pada output yang terjadi jika semua input yang ada juga terjadi.
	<i>Undeveloped event</i> Kejadian-kejadian tak terduka dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan
	<i>Basic event</i> Kejadian dasar yang tidak dapat diturunkan lagi (batas akhir penyebab kegagalan).

Sumber : Priyanta (2000)



3. *Failure Effect*, dampak atau akibat yang ditimbulkan jika komponen tersebut gagal seperti di sebutkan dalam *potential failure mode*.
4. *Severity* (S) merupakan kuantifikasi seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan yang akibatnya disebutkan dalam *Failure Effect*.
5. *Causes* adalah apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada suatu komponen.
6. *Occurance* (O) merupakan tingkatan kemungkinan terjadinya kegagalan.
7. *Detection* (D) menunjukkan tingkat kemungkinan lolosnya penyebab kegagalan dari kontrol yang sudah dipasang.
8. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan hasil perkalian bobot dari *severity*, *occurance* dan *detection*.

Proses pengukuran terhadap besarnya nilai *severity*, *occurance* dan *detection* adalah sebagai berikut:

a. *Severity*

Merupakan langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian dapat mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut di notasikan dengan skala 1 sampai 10, dimana nilai 1 merupakan dampak terendah dan nilai 10 merupakan dampak terburuk. **Lampiran 1** merupakan parameter penentuan rating dalam *severity* yang ditentukan dalam skala 1-10, dimana dalam setiap rating memiliki tingkat kriteria yang berbeda-beda.

b. *Occurance*

Tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurance*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. **Lampiran 1** cara menentukan nilai *occurance* dengan menggunakan rating 1-10, dimana setiap rating memiliki kriteria sendiri-sendiri.

### c. *Detection*

Berfungsi sebagai upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. **Lampiran 1** merupakan parameter penentuan nilai *detection* dengan menggunakan rating 1-10 dan setiap rating memiliki kriteria tersendiri.

Dari nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* dapat diperoleh nilai RPN, yaitu dengan cara mengalikan ketiga unsur tersebut ( $RPN = S \times O \times D$ ). berdasarkan nilai RPN yang telah diperoleh maka dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai dengan terendah. Kegiatan produksi dengan nilai RPN tertinggi merupakan sasaran utama perbaikan yang harus segera diselesaikan.

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu jenis referensi yang dapat memberikan pemahaman tentang konsep yang sesuai dengan penelitian. Penelitian terdahulu yang menjadi referensi sebagai berikut:

1. Huang, Dismukes, Shit, Qi Su, Razzaks, Bodhale dan Robinson (2003) melakukan pengukuran performansi pabrik pada suatu perusahaan kaca di Clinton, Michigan, AS. Pengukuran performansi pabrik dilakukan menggunakan metode OTE dengan menggunakan software. Setelah diketahui nilai OTE kemudian dilakukan simulasi sistem produksi menggunakan promodel. Untuk meningkatkan nilai OTE kemudian dibuat beberapa *scenario* dengan mengubah nilai *availability*, *performance* dan *quality effectiveness*. *Losses* yang terjadi dapat mengurangi nilai OTE hingga 36% dari nilai standar yaitu 0,85. Hasil dari *scenario* 1 dan 2 diperoleh OTE mengalami peningkatan kurang dari 10%, *scenario* 3 dan 4 diperoleh OTE mengalami peningkatan 14% dan 16%. Sehingga nilai OTE dari *scenario* 3 dan 4 yaitu 0,96 dan 0,98.
2. Mahadevan (2004) dengan judul *Automated Simulation Analysis of Overall Equipment Effectiveness Metrics*.

Melakukan studi penelitian di leading glass-manufacturing company, Pilkington North America. Pengukuran efektifitas yang dilakukan di perusahaan tersebut yang terdiri dari 15 mesin. Hasil perhitungan OTE dari sebuah studi kasus dengan rangkaian subsistem seri dan parallel menggunakan SIMPRO program. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai OTE subsistem 1 dengan tipe parallel sebesar 0,3675, subsistem 2 bertipe seri sebesar 0,21136, subsistem 3 bertipe seri sebesar 0,3465, subsistem 4 bertipe parallel sebesar 0,280. Sehingga dengan demikian hasil OFE didapat sebesar 0,615.

3. Aryono (2011) melakukan penelitian dengan judul perhitungan *overall equipment effectiveness* pada jalur produksi pembuatan kaleng kemasan susu kental manis menggunakan metode *root cause analysis*. Hasil perhitungan OEE pada jalur produksi pembuatan kemasan kaleng berkisar antara 60% - 70%. Rendahnya nilai OEE yang diperoleh dikarenakan rendahnya tingkat ketersediaan peralatan. Jalur produksi pembuatan kaleng kemasan terdiri dari 7 mesin. Dari data yang diperoleh, ternyata ada 4 mesin yang mendominasi kerusakan pada jalur produksi. Mesin-mesin tersebut adalah mesin *body maker*, *parting*, *palletizer*, dan mesin *seamer*. Jenis kegagalan peralatan yang mempengaruhi tingkat ketersediaan yaitu penghentian rutin, kegagalan pasokan dan kerusakan pada peralatan. Hal tersebut menyebabkan rendahnya nilai OEE pada mesin produksi pembuatan kemasan kaleng.
4. Penelitian dari Lu'lu Ul Maknunah (2015) dengan judul pengukuran kerja stasiun giling dengan metode *overall throughput effectiveness* (OTE) dipabrik gula krebet baru II Malang. Menunjukkan hasil dari pengukuran OTE yang sistem produksinya bersifat kontinyu. Pada penelitian ini metrik OTE yang digunakan adalah OEE. Pengukuran efektifitas tingkat sistem dilakukan distasiun giling yang terdiri dari 16 mesin. Dalam sistem penggilingan tersusun 2 subsistem yaitu subsistem parallel pada meja tebu 1 dan meja tebu 2 dan subsistem seri yang terdiri dari mesin CCR 1, *cane cutter*, *unigrator*, CCR 1, CCR 3, gilingan 1, IMC 1,

gilingan 2, IMC 2, gilingan 3, IMC 3, gilingan 4, IMC 4 dan IMC 5. Hasil dari penelitian diperoleh nilai OTE subsitem parallel pada stasiun gilingan sebesar 75,84% dan OTE pada subsistem seri pada stasiun gilingan sebesar 78,81%, sehingga OTE sistem pada stasiun giling sebesar 78,81%. Untuk *bottleneck indicator*-nya yang berpotensi adalah mesin CCR1 dikarenakan memiliki nilai terendah sebesar 0,50092.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2017-Juni 2017 di PT. Eka Timur Raya yang berlokasi di Jalan Raya Nongkojajar KM 14, Desa Cowek Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan Jawa Timur, Indonesia. Pengolahan data di lakukan di Laboratorium Komputasi dan Analisis Sistem Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

### **3.2 Batasan Masalah**

Penentuan batasan masalah dilakukan agar lingkup pembahasan masalah tidak melebar dan lebih fokus pada tujuan penelitian. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran hanya pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP (*Mushroom Stems Pieces*) dari data periode bulan Januari 2017 – Maret 2017
2. Standar *benchmark* untuk TEE dan OTE diasumsikan sama dengan standar *benchmark* untuk OEE
3. Analisis kegagalan hanya dilakukan pada 20% dari total mesin
4. Penelitian hanya sampai pada tahap rekomendasi perbaikan dan tidak sampai pada tahap implementasi

### **3.3 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dan penelitian kuantitatif. Penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha mendiskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi pada saat sekarang. Pada penelitian deskriptif ini, data didapatkan dari penelitian kepustakaan dan penelitian lapangan berupa wawancara ataupun pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya dari perusahaan.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah serangkaian kegiatan atau tahapan-tahapan yang dilaksanakan oleh seorang peneliti untuk mengumpulkan data dan fakta yang terait dengan penelitian secara teratur dan sistemasi. Adapun tahapan– tahapan yang dilakukan pada penelitian ini dapat digambarkan pada **Gambar 3.1**

#### 3.4.1 Survey Pendahuluan

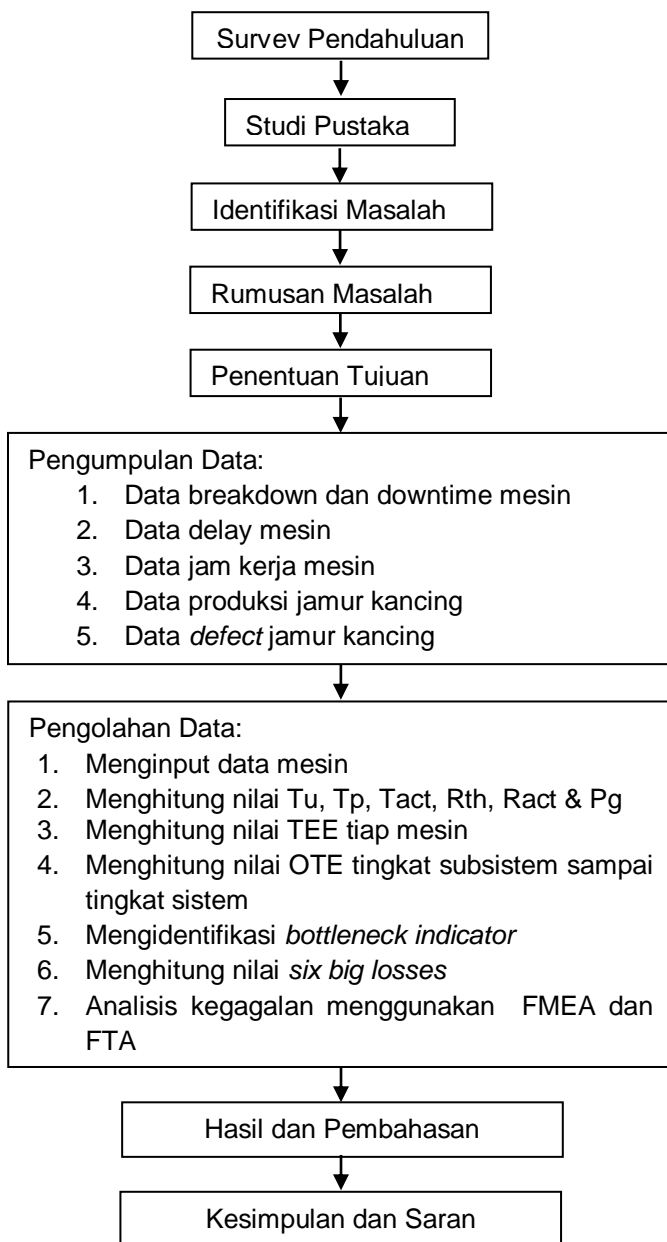
Survey pendahuluan merupakan kegiatan pra-penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya dari objek yang akan diteliti. Survey pendahuluan dilakukan dengan melakukan pengamatan lingkungan perusahaan dan melakukan wawancara dengan pihak *manufacture* PT. Eka Timur Raya. Hasil dari survey pendahuluan, peneliti dapat mengetahui permasalahan yang terjadi di PT. Eka Timur Raya.

#### 3.4.2 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memberikan landasan teori dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan usaha untuk menggali konsep-konsep maupun teori-teori yang dapat mendukung usaha penelitian. Studi pustaka dalam penelitian ini menggunakan literatur buku, skripsi, jurnal, dan juga internet serta pustaka yang lainnya, dengan materi yang berhubungan dengan perhitungan nilai TEE dan OTE dan analisis kegagalan (FMEA dan FTA).

#### 3.4.3 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dalam mengetahui dan memahami suatu persoalan yang ada agar dapat diberikan solusi sesuai dengan permasalahan tersebut. Identifikasi masalah dimulai dengan melakukan wawancara terkait mesin produksi, sehingga diketahui permasalahan terjadi pada mesin *seaming*. Mesin *seaming* sering mengalami kegagalan pada saat penutupan kaleng.



**Gambar 3.1** Prosedur Penelitian

#### 3.4.4 Rumusan Masalah

Setelah masalah diidentifikasi, selanjutnya peneliti melakukan perumusan masalah sesuai dengan kenyataan di lapang, yaitu berapa besar tingkat efektifitas lini produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dengan perhitungan TEE menggunakan metode OTE, mesin apa saja yang terindikasi sebagai *bottleneck* pada lini produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dan berapa nilai *losses* yang terdapat pada tiap-tiap mesin pada lini produksi dan faktor apa saja yang menjadi penyebab kegagalan mesin pada lini produksi.

#### 3.4.5 Penentuan Tujuan

Tujuan penelitian perlu ditetapkan agar peneliti dapat melakukan penelitian secara sistematis dan diharapkan permasalahan yang di bahas tidak menyimpang dari permasalahan yang di awal. Selain itu juga, penentuan tujuan digunakan untuk mempermudah peneliti untuk menentukan batasan-batasan dalam pengolahan dan analisis data. Tujuan penelitian di PT. Eka Timur Raya yaitu menentukan nilai TEE menggunakan metode OTE pada lini produksi, mengidentifikasi *bottleneck indikator* pada lini produksi dan menentukan nilai *losses* yang terdapat pada tiap-tiap mesin selama periode pengukuran dan hal apa saja yang menjadi penyebab dasar kegagalan mesin analisis kegagalan menggunakan FMEA dan FTA.

#### 3.4.6 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada saat penelitian berlangsung. Pengumpulan data harus dilakukan dengan cermat karena nantinya data tersebut akan diolah untuk mengetahui hasil dan digunakan apakah hasil penelitian tersebut menjawab tujuan penelitian. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Berikut merupakan penjelasan tahap pengumpulan data:



### a. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara, observasi dan pengisian kuesioner dilakukan dengan manager pabrik maupun operator yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti. Data primer didapatkan dengan cara wawancara, observasi, pengisian kuesioner dan dokumentasi.

1. Wawancara yaitu pengumpulan data yang dilakukan melalui interview atau Tanya jawab langsung dengan responden yakni karyawan PT. Eka Timur Raya khususnya karyawan *manufacture*, karyawan bagian teknik dan karyawan yang bertugas dipengolahan. Data yang diperoleh dari hasil wawancara berupa permasalahan yang ada pada proses produksi, mesin/peralatan maupun komponen yang sering mengalami kegagalan serta tindakan yang dilakukan pada produk cacat.
2. Observasi didefinisikan sebagai suatu kegiatan pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap hal-hal yang berkaitan dengan penelitian seperti tahapan proses produksi, kondisi mesin dan permasalahan-permasalahan yang terjadi selama proses produksi.
3. Pengisian kuesioner merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mendapatkan informasi dari responden dengan mengisi atau menjawab pertanyaan yang sudah disiapkan. Kuesioner yang diberikan kepada responden merupakan kuesioner FMEA yang digunakan untuk menganalisis kegagalan proses produksi. Pengisian kuesioner dengan memberikan angka pada tingkat *severity*, *occurance* dan *detection*. Jumlah kuesioner yang akan disebar sebanyak 4. Responden yang akan mengisi kuesioner yaitu kepala bagian teknik, kepala bagian produksi, kepala bagian QA dan kepala *factory*. Hasil dari pengisian kuesioner berupa nilai pada masing-masing tingkat *severity*, *occurance* dan

*detection* yang nantinya digunakan untuk mengetahui nilai RPN pada masing-masing mesin/peralatan.

4. Dokumentasi merupakan suatu metode pengumpulan data dengan mendokumentasikan sendiri data yang dibutuhkan.

#### **b. Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder didapatkan dari arsip atau dokumentasi dari perusahaan yang berfungsi sebagai penunjang data primer. Pada tahap ini dilakukan dengan mengambil data-data perusahaan berupa profil PT. Eka Timur Raya, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, diagram alir proses produksi, spesifikasi mesin, data *downtime* mesin, data jam kerja mesin, produksi jamur kancing kaleng *slice* dan MSP dan data *defect* produk, data *set-up and adjustment* mesin, data *reduce speed*, data *idling and minor stoppages*, *reduce yield losses*, data *defect* produk. Data tersebut digunakan untuk membantu menyelesaikan perhitungan nilai *availability rate*, nilai *performance efficiency* dan nilai *rate of quality product*, TEE, dan OTE.

#### **3.4.7 Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan sesuai dengan metode yang telah dirancang untuk mendapatkan hasil dan tujuan dari penelitian yang ingin dicapai. Pengolahan data pada penelitian ini dimulai dengan *me-review* dan mendeskripsikan sistem produksi secara umum, untuk kemudian dari *review* tersebut digunakan untuk membuat skema sistem produksi dan mengidentifikasi tipe subsistem. Setelah mengidentifikasi subsistem, dilakukan pengumpulan data kemudian dari data-data yang diperoleh dilakukan pengolahan data. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung *availability*, *performance efficiency*, *rate of quality*, TEE, OTE dan untuk mengidentifikasi komponen kritis menggunakan FMEA dan FTA. Untuk lebih jelasnya,

tahapan-tahapan pengolahan data dijelaskan sebagai berikut:

1. Menginput dan merekapitulasi data mesin kedalam tabel rekapitulasi yang ditabulasikan pada **Tabel 3.1.** dan waktu kerja mesin diakumulasikan selama periode Januari - Maret 2017.

**Tabel 3.1** Data waktu kinerja mesin

No.	Total waktu/ Tt (menit)	Schedule shutdown/ A (menit)	Planned downtime/ me/ B (menit)	Downtime/ me/C (menit)	Setup and adjustment/ D (menit)	Standby time/ E (menit)	Theoretical processing rate/ Rth (Kg/menit)	Defect amount/ Pd (Kg)	Actual processing amount/ Pa (Kg)
1									
2									
.									
.									
Dst									

2. Memasukkan data yang dibutuhkan untuk perhitungan TEE dan mentabulasikan perhitungan kedalam tabel TEE di **Tabel 3.2.** Nilai TEE dapat dihitung dengan rumus pada **persamaan 2.13** sampai **persamaan 2.16.** Data yang dibutuhkan untuk menghitung TEE menggunakan persamaan berikut:

$$T_u = T_t - A - B - C - D$$

$$T_p = T_u - E$$

$$T_{act} = T_p / P_a$$

$$R_a = 1 / T_{act}$$

$$R_{th} = 1 / T_{th}$$

$$P_g = P_a - P_d$$

Keterangan:

$T_u$ = Total waktu operasi adalah waktu yang digunakan mesin untuk memproses dimana sudah dikurangi dengan *schedule shutdown*, *planned downtime*, *downtime* dan *setup and adjustment*.

$T_t$ = Total waktu kerja adalah waktu yang digunakan untuk proses produksi

$T_{th}$ = Waktu teoritis mesin memproses produk adalah waktu teoritis mesin memproses produk.  $T_{th}$  diperoleh dari satu per kapasitas produksi mesin  
 $T_{act}$ = Waktu aktual mesin memproses produk adalah waktu yang sebenarnya mesin memproses seluruh produk  
 $R_{th}$ = Tingkat pengolahan teoritis peralatan  
 $R_a$ = Tingkat pengolahan aktual peralatan  
 $P_a$ = Total produk aktual yang diproses selama operasional  
 $P_g$ = Total produk baik yang dihasilkan  
 $P_d$ = Produk yang terbuang

**Tabel 3.2** TEE Mesin

Mesin	Tu (me nit)	Tt (me nit)	Tp (me nit)	Rth (Kg/ men it)	Tth (menit/ Kg)	Tact (menit/ Kg)	Pa (Kg)	Pg (Kg)	Aeff (%)	Peff (%)	Qeff (%)	TEE (%)
Washing												
Blanching												
.												
.												
Can												
drying												

- Menghitung nilai OTE tingkat sistem berdasarkan nilai TEE produksi. OTE merupakan suatu konsep yang digunakan untuk mengidentifikasi stasiun yang menjadi *bottleneck*. Pada penelitian ini, tidak terdapat adanya pembagian sistem. Sistem produksi yang ada di PT. Eka Timur Raya tersusun secara seri. Standar *benchmark* untuk TEE dan OTE diasumsikan sama dengan standar *benchmark* untuk OEE, karena pada perhitungan OEE, TEE dan OTE menggunakan 3 kriteria yang sama yaitu *availability*, *performance* dan *quality*. Perhitungan nilai OTE pada sistem produksi jamur kancing *slice* dan MSP dihitung menggunakan 4 persamaan berdasarkan klasifikasi sistem, yaitu **persamaan 2.17** sampai dengan **persamaan 2.20**.
- Mengidentifikasi *bottleneck indicator* ditingkat sistem produksi berdasarkan nilai TEE. *Bottleneck Indicator*

merupakan suatu indikasi yang memperlambat kinerja sistem produksi. Pada penelitian ini identifikasi *bottleneck* dilakukan ditingkat subsistem. Subsistem yang memiliki nilai *bottleneck* terendah didiagnosa sebagai *bottleneck indicator* sistem produksi. Perhitungan nilai *bottleneck indicator* dapat dilihat pada **persamaan 2.21 – persamaan 2.24**

5. Menginput data *losses* mesin dan menghitung nilai *six big losses*. *Six big losses* merupakan nilai yang hilang yang terdiri dari tiga kategori dan enam elemen akibat dari kinerja mesin tidak efektif dan efisien. Perhitungan nilai *six big losses* dapat dilihat pada **persamaan 2.6 – persamaan 2.11**

6. Analisis kegagalan

Analisis kegagalan dengan FMEA dilakukan dengan menyebarkan kuesioner terkait mesin/peralatan yang berada pada sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. Hasil dari penyebaran kuesioner diperoleh nilai pada masing-masing skala *severity*, *occurance* dan *detection*, yang diikuti dengan pembobotan nilai dan pengurutan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Kemudian FTA digunakan untuk mencari penyebab terjadinya cacat pada jenis cacat yang memiliki nilai RPN paling berpengaruh.

Data kuantitatif yang dibutuhkan pada identifikasi penyebab terjadinya kegagalan/cacat adalah berdasarkan data mesin/peralatan dengan nilai RPN paling berpengaruh. Menurut Donar (2005), *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan suatu metode untuk mengetahui komponen-komponen yang kemungkinan menyebabkan kegagalan fasilitas. Langkah penggunaan *Fault Tree Analysis* (FTA) yaitu:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas (*boundry condition*) dari sistem yang ditinjau. Titik awal pengerjaan FTA merupakan hasil dari analisis FMEA yang merupakan resiko kritis akan menjadi *top event* dalam analisis FTA.

2. Penggambaran model grafis *Fault tree*. Aturan dalam membuat FTA adalah:
  - a. Mendeskripsikan *fault event* (kejadian gagal)

Pengkontruksian *fault tree* dimulai dari *top event*. Sistem dianalisa untuk menentukan semua kemungkinan yang menyebabkan suatu sistem mengalami kegagalan seperti yang didefinisikan pada *top event*. Oleh karena itu, berbagai *fault event* yang secara langsung menjadi penyebab terjadinya *top event* harus secara teliti diidentifikasi.
  - b. Mencari penyebab yang membuat terjadinya *top event*

Mengidentifikasi sumber penyebab yang dapat langsung menyebabkan terjadinya *top event* yang disebut *fault event*.
  - c. Melengkapi semua gerbang logika

Semua input ke *gate* tertentu harus didefinisikan dengan lengkap dan didiskripsikan sebelum memproses *gate* lainnya. *Fault tree* harus diselesaikan pada masing-masing level sebelum memulai level berikutnya. *Link* contributor untuk *gate* logika *top event* dengan menghubungkan melalui *OR*- atau *AND-gate*.
- 1). *OR gate* adalah jika salah satu kejadian (kejadian A atau B) terjadi, maka dapat menyebabkan terjadinya *top event*.
- 2). *AND gate* adalah jika semua kejadian (kejadian A dan B) terjadi maka dapat menyebabkan terjadinya *top event*.
3. Mencari *minimal cut set* dari analisa *fault tree*

Kombinasi dari berbagai *fault/failure event* disebut dengan *cut set*. Sebuah *cut set* dikatakan *minimal cut set* bila salah satu komponen yang terdapat dalam *minimal cut set* itu mengalami kegagalan, maka akan menyebabkan seluruh sistem mengalami kegagalan pula.

#### 4. Analisa *fault tree*

##### a. Analisa kualitatif *fault tree*

Pada metode ini menggunakan logika boolean, dimana dalam menentukan prioritas risiko dapat digunakan *shortcut* minimum yang dianalisis menggunakan fungsi “*and*” dan “*or*”.

##### b. Analisa kuantitatif *fault tree*

Metode kuantitatif FTA pada penelitian ini menggunakan probabilitas. Perhitungan probabilitas tergantung pada simbol yang digunakan dalam FTA. Sebelum melakukan perhitungan probabilitas risiko (*top event*), terlebih dahulu dilakukan probabilitas untuk setiap *event* dasar (*basic event*) dengan rumus seperti mencari peluang pada konsep matematika. Menghitung probabilitas kegagalan peristiwa dasar menggunakan rumus (Yumaida, 2012):

$$P_F = \frac{T_f}{T_a} \quad (3.7)$$

Dimana:

$P_F$  = Nilai probabilitas *failure* dari *basic event* dari FTA

$T_f$  = Waktu *failure* dari *basic event*

$T_a$  = Waktu aktual

#### 5. Perhitungan *Risk Reduction Worth* (RRW)

RRW dihitung untuk mengidentifikasi *basic event* yang dianggap paling mempengaruhi *fault/failure* (Kumar dan Lata, 2011):

$$RRW_n = \frac{MCS}{MCS - P_n} \quad (3.8)$$

#### 4.4.8 Hasil dan Pembahasan

Tahapan ini dilakukan untuk menganalisis dan membahas hasil pengolahan data. Pada penelitian ini hasil utama yang diharapkan ialah nilai kinerja sistem produksi

selama periode pengukuran yang dilakukan dengan metode OTE dan mengetahui penyebab dasar (*basic event*) terjadinya kegagalan menggunakan metode FMEA dan FTA. Prinsip pengukuran kinerja sistem menggunakan OTE yaitu nilai OTE tingkat subsistem terendah merupakan nilai OTE tingkat sistem keseluruhan. Pada umumnya nilai OTE terendah ditingkat subsistem diindikasikan sebagai *bottleneck* pada sistem. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sistem produksi perusahaan, mesin/peralatan yang digunakan untuk proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP, skema sistem produksi, nilai TEE pada masing-masing mesin/peralatan, nilai OTE pada masing-masing subsistem, mesin/peralatan yang menjadi *bottleneck*, nilai *six big losses* yang terjadi pada mesin selama periode pengukuran dan menganalisis kegagalan yang terjadi menggunakan FMEA dan FTA. FMEA digunakan untuk mengetahui komponen pada mesin/peralatan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Kemudian FTA digunakan untuk mencari penyebab terjadinya cacat pada jenis cacat yang memiliki nilai RPN paling berpengaruh.

#### **4.4.9 Kesimpulan dan Saran**

Merupakan tahapan terakhir dari penelitian yang berisi kesimpulan secara keseluruhan terhadap hasil penelitian serta jawaban rumusan masalah yang terkait dengan tujuan penelitian. Kesimpulan pada penelitian ini adalah hasil pengukuran efektifitas kinerja mesin produksi, hasil identifikasi mesin/peralatan yang menjadi *bottleneck*, hasil pengukuran *six big losses* dan faktor penyebab utama terjadinya kegagalan pada mesin/peralatan. Dari kesimpulan tersebut dibuatlah saran-saran perbaikan untuk meningkatkan efektifitas mesin/peralatan dan saran perbaikan untuk pengembangan penelitian yang mungkin dilakukan pada masa yang akan datang.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Profil Perusahaan

PT. Eka Timur Raya merupakan perusahaan PMDN (Penanaman Modal Dalam Negeri) yang berdiri pada tanggal 19 Desember 1999 dan menyatakan diri sebagai perusahaan yang bergerak di bidang agroindustri khususnya ekspor jamur kancing yang dikemas dalam kaleng, gelas maupun *pouch*. Jamur yang dikemas dalam kaleng 4 oz, 8 oz dan 68 oz terdapat 3 macam yaitu jamur *whole*, *slice* dan MSP. Jamur yang dikemas dalam gelas 4.5 oz dan 6 oz terdapat 2 macam yaitu *whole* dan *slice*. Jamur yang dikemas dalam *pouch* 4.5 oz, 8.5 oz dan 38 oz terdapat 3 macam yaitu *whole*, *slice* dan MSP. Alasan pendirian perusahaan ini karena adanya permintaan akan jamur kancing dunia yang tinggi. Nilai jual jamur kancing juga sangat tinggi dengan proses pembudidayaan yang relatif mudah dan waktu pemanenan yang singkat.

PT Eka Timur Raya mulai melakukan kegiatan produksi serta ekspor pada tahun 2002. PT. Eka Timur Raya melakukan produksi berdasarkan permintaan konsumen yang sebagian besar adalah konsumen dari luar negeri seperti Amerika Serikat, Jepang, Eropa dan Timur Tengah. Pada awal tahun 2011, PT. Eka Timur Raya mulai melakukan variasi pengembangan produk kaleng *non mushroom* seperti sop, sayur asem, sayur tumis, koktail dan wortel yang sudah teriris.

PT. Eka Timur Raya dalam melakukan kegiatan produksinya selalu berkomitmen memandang pelanggan sebagai mitra usaha yang harus dipenuhi kepuasannya, karena kepuasan pelanggan merupakan pilar yang dapat menopang keberadaan dan keberlanjutan usaha perusahaan. Segala aktifitas yang dilakukan perusahaan selalu berupaya untuk menghasilkan produk yang dapat memenuhi harapan dan kepuasan konsumen. Pada 24 April 2009 PT. Eka Timur Raya memperoleh sertifikat yang terkait dengan sistem manajemen mutu dan keamanan makanan yaitu SQF 2000CM CODE, level 3- *comprehensive food safety and quality management system* (number : 100924).

PT. Eka Timur Raya memiliki visi untuk memproduksi secara efektif dan efisien dalam lingkungan yang bersih, rapi dan higienis sesuai dengan aturan telah ditetapkan. Misi PT. Eka Timur Raya untuk mencapai visinya adalah bekerja dengan ikhlas, cerdas, keras dan selalu berpegang pada nilai dasar yaitu jujur, disiplin, tanggung jawab, kerja sama, peduli, kreatif dan pantang menyerah.

Pada saat ini, PT Eka Timur Raya dimiliki oleh Bapak Choliq Bawazier (pemilik Bawazier *group*). Pimpinan PT Eka Timur Raya adalah Bapak Agus yang membawahi empat departemen yaitu departemen budidaya, *factory*, *logistic*, dan *accounting*. Lokasi PT Eka Timur Raya terletak di Jalan Raya Nongkojajar KM 1,4 Desa Cowek Kec. Purwodadi Kab. Pasuruan Jawa Timur, Indonesia. Proses produksi pengalengan jamur kancing di PT. Eka Timur Raya dilakukan secara kontinyu. Dalam satu minggu proses produksi berlangsung selama 6 hari produksi dan 1 hari libur pada hari minggu. Selama proses produksi mesin bekerja terus menerus karena proses produksi PT. Eka Timur Raya merupakan proses produksi kontinyu, sehingga jika terjadi kerusakan atau kegagalan pada salah satu mesin dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi.

## 4.2 Proses Produksi

PT. Eka Timur Raya merupakan perusahaan yang memproduksi jamur dalam kemasan kaleng, *pouch* dan gelas. Jenis proses produksi yang digunakan di PT. Eka Timur Raya proses produksi kontinyu. Hal ini karena antara satu proses dengan proses yang lainnya saling berkaitan, jika ada proses yang terhenti maka akan menghambat proses lainnya. Diagram alir proses produksi yang dilakukan oleh PT. Eka Timur Raya dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Ciri-ciri proses produksi kontinyu dapat diketahui dari jenis dan ragam mesin yang digunakan serta susunan penempatan setiap mesin. Mesin yang digunakan merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan (Subagyo, 2007). Berikut merupakan tahapan proses produksi di pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP.

### 1. *Material Receiving*

Merupakan tahap pertama yaitu bahan baku (jamur kancing) yang datang dilakukan tahapan penimbangan. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan *automatic*. Fungsi dari penimbangan disini selain untuk mengetahui berat bahan baku yang diterima serta untuk mengetahui apakah berat jamur pengiriman dari area penanaman yang tertulis pada surat jalan sama dengan berat jamur penerimaan.

### 2. *Washing*

*Washing* merupakan tahapan kedua dalam proses pengalengan. Pencucian jamur dilakukan dengan menggunakan air yang sudah terklorinasi dengan kadar klorin sebesar 1 ppm. Menurut Anwar dan Khomsan (2009), pencucian dengan bahan kimia seperti klorin dan larutan yodium diijinkan pada pangan organik untuk membunuh mikroba patogen maupun mikroba pembusuk. Klorin dan yodium merupakan desinfektan yang sering digunakan untuk mencuci sayuran segar dan buah komersial. Pencucian dilakukan dengan menggunakan mesin *washer*, dimana proses pencucian dilakukan sebanyak dua kali. Pencucian pertama jamur dituang kedalam *pre washer* dan dilakukan proses pengopyokan. Tujuan pengopyokan adalah untuk mengurangi jumlah tanah yang menempel pada jamur. Air yang digunakan pada pencucian pertama adalah air bersih tanpa campuran bahan kimia. Kemudian jamur dibawa ke mesin *washer* menggunakan *modular conveyor*. Pada pencucian kedua, air yang digunakan merupakan air yang sudah ditambahkan dengan klorin. Pada saat pencucian kedua juga dilakukan pengambilan jamur yang cacat dan diletakkan pada keranjang yang sudah disiapkan.

### 3. *Trimming*

*Trimming* merupakan proses penghilangan bagian jamur yang tidak dikehendaki karena adanya *defect*. *Defect* yang terjadi pada jamur segar yaitu terdapat *browning* pada bagian tudung jamur, bagian jamur yang masih terdapat kotoran yang menempel serta bagian yang mengalami cacat/kerusakan, akar jamur yang terikut. Proses *trimming*

dilakukan secara manual dengan menggunakan pisau atau gunting khusus

#### 4. *Blanching*

*Blanching* dilakukan untuk mencegah degradasi warna enzimatis, mematangkan jamur, menghilangkan aroma khas jamur, mengeluarkan udara pada jaringan jamur sehingga jamur menyusut dan mempermudah dalam proses *filling*. Proses *blanching* dilakukan setelah proses *trimming* dengan memindahkan jamur menggunakan *conveyor* menuju *blancher*. *Blancher* yang digunakan mempunyai kapasitas maksimum 1000 kg jamur dengan tambahan air sebanyak 6000 liter. Suhu yang digunakan dalam proses *blanching* adalah 97°C selama 7 menit. Menurut Sudrajad (2004), *blanching* adalah pemanasan bahan pangan dengan uap/air panas dengan suhu kurang dari 100 °C selama kurang lebih 10 menit dengan tujuan untuk meninaktifkan enzim *polyphenolase* yang tidak diinginkan yang mungkin dapat menyebabkan perubahan warna, tekstur dan cita rasa maupun nilai nutrisinya selama pengeringan dan penyimpanan.

#### 5. *Cooling*

*Cooling* dilakukan untuk mencegah pematangan berlanjut pada bahan yang dapat mengakibatkan hilangnya *nutrient*, *flavor*, warna memudar dan tekstur yang terlalu lunak. *Cooling* dilakukan dengan mengalirkan air pada jamur di mesin *screw cooler*. Suhu air yang digunakan pada mesin *cooler* sebesar 28°C–32°C, sedangkan suhu jamur adalah 38°C–42°C. Cara kerja *screw cooler* adalah jamur dilewatkan pada *screw cooler* yang terus berputar dan dialiri air secara terus menerus sehingga suhu air tetap terjaga. Menurut Kilcast dan Subramaniam (2011), pendinginan cepat setelah *blanching* dibutuhkan untuk mencegah pelunakan.

#### 6. Sortasi I

Sortasi I dilakukan secara manual dimana bahan di letakkan pada *belt inspection* dan karyawan akan berdiri pada sisi mesin untuk mengambil jamur yang cacat. Sortasi I bertujuan untuk memisahkan jamur yang masih terdapat *defect* agar tidak terbawa ke proses selanjutnya. Pada

proses ini, karyawan bagian sortasi harus menggunakan sarung tangan untuk menghindari kontaminasi terhadap bahan.

#### 7. *Grading*

Proses *grading* ini berada diantara sortasi I dan sortasi II. Jamur dari sortasi I melewati elevator menuju *grader* karena letak *grader* lebih tinggi dari *belt inspection* pada sortasi I. Proses ini menggunakan *grader* yang berupa silinder dengan sembilan jenis lubang dengan ukuran diameter yang berbeda-beda, jamur yang telah melewati proses *grading* akan keluar melewati *belt conveyor* dan menuju ke sortasi II. Penggolongan jamur berdasarkan ukuran diameter dilakukan untuk menyesuaikan dengan standar dari pembeli serta menyeragamkan ukurannya untuk jamur yang dikemas untuk produk *whole*.

#### 8. Sortasi II

Sortasi kedua dilakukan untuk memisahkan jamur *fancy*, jamur *non fancy* dan jamur *defect*. Jamur *fancy* merupakan jamur yang memiliki ciri-ciri jamur berwarna putih bersih, lamela keras, jamur belum mekar atau *veil* tertutup, diameter tudung 22-42 mm, jamur masih utuh dan tidak ada penyakit. Jamur *fancy* digunakan sebagai bahan baku produk jamur *slice* dan *whole*. Jamur *non fancy* merupakan jamur yang memiliki ciri-ciri bercak-bercak pada tudung jamur, jamur sudah mekar atau *veil* terbuka, lamela terbuka dan lunak dan kondisi tidak utuh dan terdapat penyakit. Jamur *non fancy* digunakan sebagai bahan baku produk MSP. Jamur *defect* hasil dari sortasi II adalah *soil on steam* (jamur yang masih ada tanah pada batangnya) dan *brownspot* (jamur yang terdapat bercak coklat pada tudungnya). Jamur *defect* ini akan dipisahkan dan dilakukan *trimming* ulang untuk mengurangi bahan terbuang. Proses sortasi II dilakukan untuk meminimalisasi jumlah jamur yang *defect* terikut pada proses selanjutnya.

#### 9. *Slicing*

*Slicing* merupakan proses pemotongan jamur yang dilakukan untuk mendapatkan jamur dalam bentuk irisan sempurna dan seragam. Proses tersebut dilakukan

menggunakan mesin *slicer* yang dilengkapi dengan pisau-pisau tajam yang berbentuk lingkaran. Mesin yang digunakan terdiri dari dua ukuran ketebalan irisan yaitu ketebalan 5,3 mm untuk produk MSP (*non fancy*) dan ketebalan 4,2 mm untuk produk *slice (fancy)*. Ketebalan jamur MSP lebih tebal dibanding dengan jamur *fancy* karena kualitas jamur MSP lebih mudah hancur.

10. *Shaking*

*Shaking* merupakan proses pengayakan bahan baku dengan menggunakan air dan bawahnya terdapat saringan. *Shaking* berfungsi untuk memisahkan serpihan-serpihan yang terikut dari proses *slicing*. Serpihan yang masih diperbolehkan masuk kedalam kaleng yaitu serpihan jamur dengan ukuran minimal 6 mm, serpihan jamur kurang dari 6 mm tidak dapat dimasukkan kedalam kaleng karena dapat mempengaruhi penetrasi panas pada saat sterilisasi.

11. *Filling*

*Filling* merupakan proses pengisian jamur kedalam kaleng. Irisan jamur yang telah ditiriskan (*shaking*) akan melewati *stone trap*. *Stone trap* berfungsi untuk menangkap benda-benda logam dan benda asing lainnya yang lebih berat dari jamur. *Filling* dilakukan dengan menggunakan mesin *automatic filling machine*. Kemudian jamur masuk kedalam mesin *automatic filler* dan diisikan ke dalam kaleng yang sebelumnya kaleng sudah dicuci di *can washer*. Penyeragaman berat jamur yang masuk ke dalam kaleng dilakukan dengan adikator. Adikator bekerja dengan sistem getar sehingga isi kaleng yang berlebihan akan jatuh. Namun, adikator tidak dapat memastikan berat jamur sesuai dengan standar sehingga perlu dilakukan penimbangan secara manual. Penimbangan secara manual dilakukan menggunakan timbangan digital sehingga berat pada masing-masing kaleng akurat dan seragam.

12. *Brine Filling*

Kaleng yang sudah terisi jamur dan berat jamur sesuai dengan standar yang sudah ditentukan diletakkan di atas *belt conveyor* untuk kemudian dilakukan tahapan *brining*. *Brining* merupakan proses pengisian larutan *brine* kedalam kaleng

yang sudah terisi jamur. Larutan *brine* diisi pada suhu 60°C. Larutan *brine* dibuat dengan komposisi garam, asam sitrat dan vitamin C. menurut Cruz (2003) penambahan larutan *brine* berguna untuk menambah rasa, mengisi ruang antara potongan-potongan produk dalam kaleng dan membantu transfer panas selama proses.

13. *Exshausting*

*Exhausting* merupakan proses yang bertujuan untuk mengeluarkan sisa udara (oksigen) yang terjebak di ruang antar produk. Oksigen dapat menyebabkan oksidasi pada makanan dan mempercepat terjadinya korosi pada kaleng, selain itu *exhausting* bertujuan untuk mencegah pertumbuhan bakteri anaerob (Saptoningsih dan Jatnika, 2012). Proses *exhausting* dilakukan di mesin *exhauster*, yaitu alat yang berfungsi memberikan uap panas pada produk dalam kaleng yang bersumber dari uap panas boiler. Saat uap panas yang dihembuskan menjadi dingin maka uap air akan terkondensasi menjadi air dan terbentuklah ruang vakum pada *head space* kaleng.

14. *Seaming*

*Seaming* merupakan proses penutupan kemasan kaleng untuk memperoleh kondisi yang hermetis (tidak terjadi perpindahan substansi baik keluar maupun kedalam kemasan kaleng). Melalui pembentukan *double seam* yang sesuai standar dengan menggunakan mesin *seamer*. Pada proses *seaming* ini, titik kritisnya adalah keberhasilan dalam melakukan penutupan *double seam*. *Double seam* adalah persatuan antara 2 tebal *body* dan 3 tebal *lid* serta *sealing compound*, dengan formasi yang di bentuk oleh rol 1 dan disempurnakan dengan rol 2 sehingga terbentuk penutup kaleng yang hermetis. Pada proses *seaming* ini dilakukan pengecekan *double seam* setiap satu jam sekali dan pengukuran visual setiap 15 menit.

15. Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses pemanasan yang dilakukan untuk mematikan semua mikroorganisme pada bahan pangan. Pemanasan pada sterilisasi bertujuan untuk mematikan spora bakteri *Clostridium botulinum* yang dapat

menyebabkan keracunan bahkan kematian bagi konsumen. Menurut Purnawijayanti (2006), sterilisasi ialah salah satu bentuk proses operasi pada makanan, dengan menggunakan suhu tinggi dan waktu tertentu sebagai usaha untuk membunuh mikroba patogen dan juga mengurangi aktivitas enzim. Sterilisasi biasanya dikombinasikan dengan pengemasan hermetis untuk mencegah kontaminasi ulang. Pengemasan hermetis adalah pengemasan yang sangat rapat, sehingga tidak dapat ditembus oleh mikroorganisme, air ataupun udara.

Proses sterilisasi yang dilakukan di PT. Eka Timur Raya adalah sterilisasi komersial dengan menggunakan *batch retort vertical* atau bejana tertutup bertekanan, dimana sumber tekanan berasal dari luar dengan menggunakan boiler. Tahapan sterilisasi jamur kaleng terdiri dari *venting*, *come up*, *cooking* dan *cooling*. Tahapan *venting* yaitu tahapan awal pada proses sterilisasi yang bertujuan untuk mengeluarkan udara yang ada didalam *retort* sebelum uap dimasukkan agar tidak menghambat penetrasi panas. Persiapan yang dilakukan sebelum *venting* adalah *vent valve* dan *steam valve* harus berada pada posisi berlawanan. *Steam* diisikan hingga penuh selama 4 menit dengan suhu minimal 90°C, kemudian *steam* ditambahkan hingga mencapai suhu minimal 114°C selama 11 menit. Selanjutnya *vent valve* ditutup untuk memulai proses *Come up* (selang waktu setelah proses *venting* menuju proses *cooking*) selama 1-2 menit hingga mencapai suhu *cooking* sebesar 129°C, dengan menahan tekanan hingga proses *cooking* selesai. *Cooking* merupakan proses pemasakan produk. Tahap terakhir adalah *cooling* yang bertujuan untuk memberikan proses *thermal shock* terhadap bakteri *thermofilik*. Proses *cooling* dilakukan hingga suhu *dischager temperature* (DT) mencapai 38-42°C.

#### 16. *Can Drying*

*Can drying* merupakan proses pengeringan kaleng setelah sterilisasi. pengeringan dilakukan dengan menggunakan pompa kompresor yang menghembuskan udara dingin. Menurut Corles dan Kirwan (2011) pengeringan



kemasan makanan setelah pendinginan itu penting untuk minimasi resiko kontaminasi mikrobiologis, untuk kaleng minuman dan makanan pengeringan kaleng penting untuk mencegah korosi kemasan bagian luar selama penyimpanan. *Can drying* merupakan proses akhir pengalengan jamur sebelum dilakukan pelabelan dan pengepakan. Pada tahapan *can drying* dilakukan juga pemeriksaan kemasan terdapat yang rusak atau tidak. Pengeringan dan pembersihan kaleng perlu dilakukan untuk mencegah rekontaminasi debu dan mikroba yang mudah menempel pada kondisi yang basah.

17. *Undloading, Palletizing and Observation*

*Palletizing* merupakan proses lanjutan setelah kaleng dikeringkan yaitu dengan menata kaleng diatas palet kayu. Kaleng yang sudah tertata selanjutnya akan dipindahkan dari tempat penataan ke area observasi. Produk diletakkan di area observasi untuk memudahkan pihak QA (*Quality Assurance*) untuk melakukan pengujian di laboratorium dan sebagai tempat sementara bagi produk untuk menunggu hasil inkubasi dari laboratorium QA, setelah 8 hari maka dapat ditentukan apakah produk *accepted*, *holding* atau *reject*. Produk yang tergolong *holding* akan dilakukan *resample* sehingga nantinya bisa melalui tahapan pelabelan dan pengepakan.

18. *Labeling dan Packing*

*Labeling* merupakan tahap pemberian label atau etiket pada kemasan kaleng. Pelabelan dilakukan hanya pada produk yang sudah mendapat persetujuan dari pihak QA (*Quality Assurance*). *Packing* merupakan tahapan dimana kaleng yang telah berlabel ditata kedalam kardus sehingga memudahkan untuk proses pengiriman. Pelabelan produk dilakukan dengan sistem FIFO dimana produk yang disimpan terlebih dahulu akan dikeluarkan atau dipasarkan terlebih dahulu. Sebelum dilakukan pelabelan dan *packaging*, produk di bersihkan terlebih dahulu dan dilakukan *tap test*. *Tap test* dilakukan bertujuan untuk mengetahui kaleng dengan isi yang sesuai standar dan kaleng yang cacat. Kaleng yang cacat dipisahkan dan kaleng yang sesuai standar diletakkan

pada *turn table* untuk dilakukan pelabelan. Setelah pelabelan, kaleng menuju keproses *coding* yaitu proses pemberian kode dan tanggal kadaluarsa produk sesuai dengan *style* dengan menggunakan *jet print*. Kemudian kaleng dikemas dalam *box carton*.

19. *Storage*

Produk yang telah dikemas dalam pengemas sekunder kemudian disimpan sampai pada waktu pengiriman yang telah ditentukan. Penyimpanan produk dilakukan di area FGS (*Finish Good Storage*). Area FGS terbagi menjadi lima yaitu area *stock* yang terdiri dari area observasi dan *accepted*, area pelabelan, area pengepakan, area bending dan area *stuffing*.

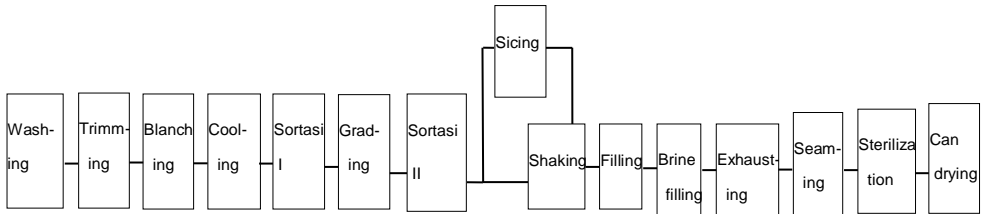
20. *Stuffing*

*Stuffing* merupakan proses pemasukan barang kedalam *container* untuk dikirim ke *buyer*. *Stuffing* dilakukan setelah produk melalui proses pelabelan dan pengepakan. Langkah-langkah *stuffing*, pertama pihak QA *finis good storage* menyiapkan *form* laporan, kemudian mencatat *can code*. Langkah berikutnya adalah memeriksa kendaraan pengangkut berdasarkan prosedur yang telah ditetapkan. Pemeriksaan kendaraan pengangkut dimulai dari pemeriksaan penggunaan *container*, pengunci pintu, kebersihan (*floor*), keutuhan *container*, benda asing, *front wall*, *left side*, *right side*, dan *outside/undercarriage*. Proses selanjutnya proses *loading*, yaitu proses pemuatan barang kedalam *container*. Pihak QA akan mencatat semua barang yang masuk kedalam *container* dan disamakan dengan *can code*.

### 4.3 Skema Sistem Produksi Jamur Kancing Kaleng

Skema sistem produksi merupakan hal yang penting untuk mengklasifikasikan subsistem dari susunan mesin-mesin yang diukur. Hal ini karena dalam metric OTE, subsistem OTE diklasifikasikan menjadi 4 subsistem yaitu seri, paralel, *assembly* dan ekspansi. Pada penelitian ini, skema sistem produksi pengalengan jamur kancing yang digambarkan dari

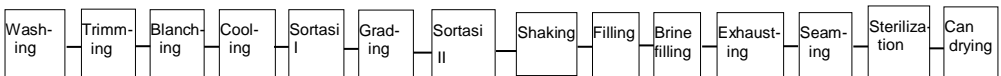
proses pencucian sampai pada proses *can drying*, dimana terdapat 15 mesin. Mesin-mesin tersebut adalah *washing*, *trimming*, *blanching*, *cooling*, *sortasi I*, *grading*, *sortasi II*, *slicing*, *shaking*, *filling*, *brine filling*, *exhausting*, *seaming*, *sterilization* dan *can drying*. Skema sistem produksi pengalengan jamur kancing dapat dilihat pada **Gambar 4.1 – Gambar 4.3**



**Gambar 4.1** Skema Produksi Pengalengan Jamur Kancing Di PT. Eka Timur Raya



**Gambar 4.2** Skema Produksi Pengalengan Jamur Kancing *Slice* dan MSP



**Gambar 4.3** Skema Produksi Pengalengan Jamur Kancing *Whole*

Pada skema **Gambar 4.2**, dapat dilihat bahwa proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP di PT. Eka Timur Raya merupakan proses produksi kontinyu dimana aliran produksi saling ketergantungan. Sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP termasuk sistem series.

#### 4.4 Hasil Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan data-data terkait pengukuran OEE/TEE dan OTE yang diperoleh dari *daily production report* (DPR) pada bulan Januari 2017–Maret 2017 untuk seluruh mesin proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. Berikut merupakan data-data tersebut antara lain:

#### 4.4.1 *Process Amount dan Defect Amount*

Data produksi adalah total bahan aktual yang diproses selama operasional. Pada penelitian ini jumlah bahan aktual yang diolah pada proses *washing* sampai pada proses *can drying* berbeda-beda. *Process amount* pada mesin *washing* pada bulan januari 2017 lebih sedikit dari pada bulan februari dan maret yaitu sebesar 329857.42 kg. Sedangkan *process amount* untuk masing-masing mesin berbeda-beda tiap bulannya.

*Defect* dalam bahasa Indonesia adalah cacat. Pada suatu perusahaan *defect* diartikan sebagai bahan atau produk yang tidak dapat dimanfaatkan (dibuang). Pada penelitian ini, *defect* yang terdapat pada PT. Eka Timur Raya ada 2 macam yaitu *defect* dengan perlakuan pengerjaan ulang (*rework*) dan *defect* yang ditolak (*reject*). *Defect* pengerjaan ulang (*rework*) terjadi pada proses *seaming* dimana terjadi kerusakan pada saat melakukan penutupan *double seam*. Sedangkan, *defect* menolak (*reject*) terjadi pada saat produk jamur kaleng di tempatkan pada area observasi dan hasil laboratorium yang dilakukan oleh bagian QA (*Quality Assurance*) menyatakan adanya mikroorganisme pada produk. Selain kedua jenis *defect* tersebut terdapat *defect* lainnya yaitu *defect* pada saat proses produksi yang tidak dapat dimanfaatkan seperti irisan dari *brownspace* (jamur yang cacat) pada tahap *trimming*. *Defect* dari tahapan *shaking* yang dimanfaatkan dijadikan produk samping seperti untuk isi jajanan resoles dan jika ada permintaan dari *buyer*, *defect* jenis ini akan dijual. Sedangkan *defect* pada tahap *slicing*, merupakan *defect* akibat irisan jamur yang sangat kecil yang menempel pada sela-sela mesin dan irisan jamur yang jatuh kelantai.

#### 4.4.2 *Data running time*

*Running time* merupakan data mengenai jumlah jam kerja yang seharusnya dapat digunakan mesin-mesin untuk melakukan proses produksi. Proses produksi di PT. Eka Timur Raya berlangsung selama 8 jam dengan 2 shift kerja. Pada penelitian ini data *running time* yang digunakan merupakan data *running time* pada bulan Januari 2017 –

Maret 2017. *Running time* pada masing-masing bulan berbeda karena jumlah hari kerja yang berbeda pula.

#### 4.4.3 Data *Planned Downtime*

*Planned downtime* adalah waktu yang direncanakan untuk berhenti beroperasi. Pada penelitian ini, *planned downtime* terjadi pada mesin-mesin yang mengalami kerusakan dimana sistem produksi pada PT. Eka Timur Raya merupakan sistem produksi kontinyu. Sehingga apabila salah satu mesin mengalami kerusakan atau kegagalan maka mesin yang lainnya akan berhenti beroperasi. *Planned downtime* yang terjadi pada penelitian ini yaitu ketika mesin *seamer* mengalami kerusakan karena tutup kaleng yang tidak dapat merekat dengan baik yang dapat menyebabkan kebocoran.

#### 4.4.4 Data *Setup And Adjustment*

*Setup And Adjustment* adalah waktu yang dibutuhkan pada saat adanya pemadaman listrik selama proses produksi berlangsung. Pada saat sumber listrik dari PLN padam, pabrik menggunakan sumber listrik alternatif genset. Sumber listrik alternatif ini digunakan hanya jika pemadaman listrik lebih dari 10 menit. Sedangkan untuk penyetelan genset sebagai pengganti sumber listrik jika sumber listrik dari PLN padam sampai lebih dari 10 menit membutuhkan waktu penyetelan sekitar 5-10 menit.

#### 4.4.5 Data *Standby Time*

*Standby time* adalah waktu yang tidak terpakai disaat mesin kondisi siap untuk proses produksi. Pada penelitian ini, hampir semua mesin mengalami *standby time* karena sebelum proses produksi berlangsung mesin sudah dinyalakan terlebih dahulu sekitar 5-10 menit.

#### 4.4.6 Data *Downtime*

*Downtime* adalah waktu disaat mesin atau peralatan tidak dapat beroperasi atau mengalami kegagalan (*breakdown*). Pada penelitian ini, *downtime* terjadi pada mesin *seamer*. *Downtime* terjadi karena terjadi kegagalan pada salah satu komponen pada mesin *seamer*.

#### 4.4.7 Schedule Shutdown

*Schedule shutdown* (A) adalah waktu pemadaman mesin yang dijadwalkan. Pada penelitian ini, tidak ada waktu pemadaman mesin yang dijadwalkan selama proses produksi berlangsung. Hal tersebut mencegah terjadinya kerusakan pada jamur karena jamur merupakan salah satu hasil pertanian yang cepat mengalami kerusakan baik dikarenakan gesekan maupun terkena air. Sehingga pada penelitian ini *schedule shutdown* bernilai nol.

#### 4.4.8 Data Theoretical Processing Time

*Theoretical processing time* adalah waktu teoritis mesin memproses produk. *Theoretical processing time* ini diperoleh dari satu per kapasitas produksi mesin. Pada penelitian ini, waktu ideal produksi untuk masing-masing mesin pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP berbeda-beda. Data *Theoretical processing time* pada bulan Januari 2017–Maret 2017 dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

**Tabel 4.1** Data *Theoretical Processing Time* Mesin Januari 2017 – Maret 2017

Mesin	<i>Theoretical Processing Time / Tth</i> (Menit/Kg)
<i>Washing</i>	0.056
<i>Trimming</i>	0.035
<i>Blanching</i>	0.050
<i>Cooling</i>	0.075
<i>Sortasi</i>	0.095
<i>Grading</i>	0.095
<i>Sortasi</i>	0.095
<i>Slicing</i>	0.065
<i>Shaking</i>	0.048
<i>Filling</i>	0.021
<i>Brine Filling</i>	0.021
<i>Exhausting</i>	0.021
<i>Seaming</i>	0.018
<i>Sterilization</i>	0.013
<i>Can Drying</i>	0.005

Sumber: Diolah, 2017

## 4.5 Hasil Pengolahan Data

### 4.5.1 Hasil Perhitungan Nilai *Throughput Equipment Effectiveness* (TEE)

Nilai TEE digunakan sebagai alat ukur untuk mengetahui tingkat efektifitas mesin-mesin pada proses produksi. pada penelitian ini, untuk mendapatkan nilai TEE mesin, nilai *availability efficiency*, *performance efficiency* dan *quality efficiency* dihitung terlebih dahulu. perhitungan dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. *Availability Efficiency*

Pada perhitungan *availability*, data yang dibutuhkan adalah data total waktu operasi dan total waktu kerja. Contoh perhitungan *availability efficiency* mesin *washing* mengacu pada **persamaan (2.14)** adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A_{eff} &= \frac{\text{Total uptime (Tu)}}{\text{Total time (Tt)}} \times 100\% \\ &= \frac{Tt - A - B - C - D}{Tt} \times 100\% \\ &= \frac{20520 - 0 - 0 - 0 - 0}{20520} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

Hasil pengukuran *availability efficiency* mesin *washing* pada bulan Januari 2017 adalah 100%. Menggunakan cara yang sama, hasil pengukuran *availability* dari mesin lainnya yang ada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

#### 2. *Performance Efficiency*

Pada perhitungan *performance*, data yang dibutuhkan adalah data total waktu operasi dan data total waktu kerja. Contoh perhitungan *performance efficiency* mesin *washing* mengacu pada **persamaan (2.15)** adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{eff} &= \frac{\text{Theoretical processing time (Tth)}}{\text{Actual processing time (Tact)}} \times 100\% \\ &= \frac{0.0560}{0.0618} \times 100\% = 90.55\% \end{aligned}$$

Hasil pengukuran *performance efficiency* mesin *washing* pada bulan Januari 2017 adalah 90.55%. Menggunakan cara yang sama, hasil pengukuran

*availability* dari mesin lainnya yang ada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

### 3. *Quality Efficiency*

Pada perhitungan *quality*, data yang dibutuhkan adalah data total produk baik yang dihasilkan dan data total produk aktual yang diproses selama operasional. Contoh perhitungan *quality efficiency* mesin *washing* mengacu pada **persamaan (2.15)** adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_{eff} &= \frac{\text{Actual good product unit process (Pg)}}{\text{Actual product unit process (Pa)}} \times 100\% \\ &= \frac{329857.42 - 1641.8}{328216.34} \times 100\% \\ &= \frac{329857.42}{361546.40} \times 100\% = 99.50\% \end{aligned}$$

Hasil pengukuran *quality efficiency* mesin *washing* pada bulan Januari 2017 adalah 99.50%. Menggunakan cara yang sama, hasil pengukuran *availability* dari mesin lainnya yang ada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

### 4. *Throughput Equipment Effectiveness (TEE)*

Setelah nilai *availability efficiency*, *performance efficiency* dan *quality efficiency* diperoleh kemudian dari data tersebut dapat diketahui nilai TEE pada masing-masing mesin dengan menggunakan **persamaan (2.13)**. Nilai *availability efficiency*, *performance efficiency* dan *quality efficiency* mesin *washing* yang telah diperoleh sebelumnya adalah masing-masing 100%, 90.55% dan 99.50%. Nilai TEE untuk mesin *washing* pada bulan Januari 2017 kemudian dapat dihitung seperti berikut:

$$\begin{aligned} TEE &= A_{eff} \times P_{eff} \times Q_{eff} \\ &= 100\% \times 90.55\% \times 99.50\% \\ &= 90.10\% \end{aligned}$$

Hasil pengukuran nilai TEE mesin *washing* pada bulan Januari 2017 adalah 90.10%. menggunakan persamaan yang sama nilai TEE mesin-mesin lainnya



pada proses produksi pengalengan jamur kancing slice dan MSP dapat dilihat pada **Lampiran 3**.

#### 4.5.2 Hasil Perhitungan Nilai *Overall Throughput Effectiveness* (OTE)

Metrik OTE merupakan pengukuran kinerja tingkat sistem. Dalam metrik ini dikategorikan menjadi 4 jenis subsistem yaitu subsistem seri, subsistem paralel, subsistem assembly dan subsistem ekspansi. Pada penelitian ini, pengukuran OTE dilakukan pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. Pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP terdapat 15 mesin yang tersusun secara seri. Pengukuran nilai OTE pada sistem ini dapat menggunakan **persamaan 2.17**. Data yang diperlukan untuk pengukuran nilai OTE adalah nilai TEE setiap mesin, *quality efficiency* dan *Rth*. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai OTE pada bulan Januari 2017.

OTE Januari =

$$\begin{aligned}
 & \frac{\min\{ \min_{i=1,2,\dots,n-1} \{ TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)} \}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)} \}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1} \{ R_{th(i)} \}} \\
 &= \\
 & \min \left\{ \begin{array}{l} \min \{ 0.149808, 0.246934, 0.1697, 0.123296, 0.092227, 0.092415, \\ 0.092224, 0.132085, 0.187983, 0.449386, \\ 0.434246, 0.433099, 0.423235, 0.73150 \} \cdot 1.8468 \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 0.178571, 0.285714, 0.2, 0.13333, 0.105263, 0.105263, \\ 0.105263, 0.153846, 0.208333, 0.476191, \\ 0.476191, 0.476191, 0.555556, 0.75188, 2 \end{array} \right\} \end{array} \right\} \\
 &= \frac{\min 0.092224}{0.105263} \\
 &= 0.8761
 \end{aligned}$$

Hasil pengukuran nilai OTE pada bulan Januari 2017 adalah 0.8761 atau 87.61%, nilai OTE bulan Februari 2017 82.87%, nilai OTE bulan Maret 2017 86.98% dan nilai OTE akumulasi bulan Januari-Maret 2017 sebesar 89.01%. Menggunakan persamaan yang sama nilai OTE pada bulan Februari dan Maret 2017 dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

#### 4.5.3 Hasil Diagnosa *Bottleneck Indicator* (BI)

*Bottleneck* merupakan suatu masalah yang disebabkan oleh adanya suatu mesin atau stasiun kerja yang

menghambat aliran produksi dan menjadi kendala dalam kegiatan proses produksi. *Bottleneck indicator* merupakan salah satu diagnosa sistem dari metrik OTE untuk mengidentifikasi *bottleneck* yang ada pada sistem produksi. Metrik *bottleneck indicator* dibagi menjadi 4 subsistem yaitu seri, paralel, assembly dan ekspansi. Pada penelitian ini, diagnosa *bottleneck indicator* dilakukan dengan menentukan nilai *bottleneck indicator* pada sistem. Identifikasi *bottleneck indicator* menggunakan **persamaan 2.21**. Sesuai dengan yang diungkapkan oleh Mahadevan (2004), untuk identifikasi *bottleneck* pada sistem series dapat menggunakan **persamaan 2.21**. Berikut merupakan contoh perhitungan *bottleneck indicator* pada bulan Januari 2017.

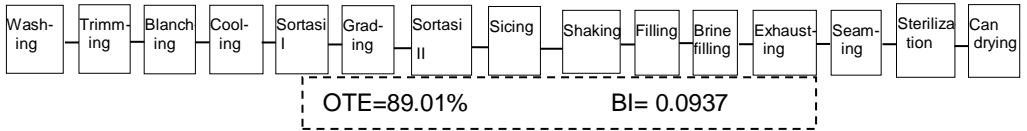
BI Series=

$$\begin{aligned} & \min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\} \\ &= \min\left\{\begin{matrix} 0.149808, 0.246934, 0.1697, 0.123296, 0.092227, 0.092415, \\ 0.092224, 0.132085, 0.187983, 0.449386, \\ 0.434246, 0.433099, 0.423235, 0.73150 \end{matrix}\right\} 1.8468 \\ &= 0.092224 \end{aligned}$$

Hasil identifikasi *bottleneck* pada bulan Januari 2017 adalah 0.092224, *bottleneck* bulan Februari 2017 0.087235, *bottleneck* bulan Maret 2017 0.09567 dan *bottleneck* akumulasi bulan Januari-Maret 2017 sebesar 0.093703. Menggunakan persamaan yang sama nilai OTE pada bulan Februari dan Maret 2017 dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

#### 4.5.4 Skema Nilai Efektifitas Kinerja Sistem

Setelah hasil perhitungan diperoleh, seluruh nilai TEE mesin, OTE sistem dan BI sistem dirangkum dalam **Gambar 4.4**. Berikut merupakan skema efektifitas kinerja sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP di PT. Eka Timur Raya.



**Gambar 4.4** Nilai Efektifitas Kinerja Sistem Proses Produksi Pengalengan Jamur Kancing *Slice* dan MSP Periode Januari-Maret 2017

**Gambar 4.4** menunjukkan nilai efektifitas sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP periode Januari-Maret 2017 di PT. Eka Timur Raya. Nilai OTE pada sistem yang tersusun secara seri yaitu sebesar 89.01% dengan nilai *bottleneck indicator* (BI) sebesar 0.0937. Hasil pengukuran OTE tersebut memperlihatkan bahwa proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP pada periode Januari-Maret 2017 memiliki tingkat kinerja 89.01%. Hasil tersebut sudah melampaui standar OEE tingkat dunia yaitu 85%.

#### 4.5.5 Hasil Pengukuran *Six Big Losses*

Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien. Terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin dan peralatan. Keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *six big losses*. Menurut Rahmad dan Wahyudi (2012), pengukuran *six big losses* tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan *downtime* mesin/peralatan, tetapi ada faktor lain seperti kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan serta rendahnya produktifitas mesin/peralatan menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Perhitungan faktor pada *six big losses* menggunakan **persamaan 2.6–persamaan 2.11**. Penjabaran perhitungan *six big losses* mesin/peralatan pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dapat dilihat pada **Lampiran 6**. Persentase nilai faktor *six big losses* pada bulan Januari– Maret 2017 dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

**Tabel 4.2** Persentase Nilai Faktor *Six Big Losses* pada Bulan Januari–Maret 2017

Mesin	<i>Six Big Losses</i>					
	<i>Downtime Losses</i>	<i>Speed Losses</i>		<i>Quality Losses</i>		
	<i>Breakdown (%)</i>	<i>Setup (%)</i>	<i>Idling (%)</i>	<i>Reduced (%)</i>	<i>Process defect (%)</i>	<i>Reduce yield (%)</i>
<i>Washing</i>	0	0.07	0.60	0.66	0	0.49
<i>Trimming</i>	0	0	0	0	0	0.81
<i>Blanching</i>	0	0.11	1.86	1.93	0	0
<i>Cooling</i>	0	0.08	0.68	0.75	0	0
<i>Sortasi</i>	0	0.06	0.53	0.59	0	0.20
<i>Grading</i>	0	0.06	0.53	0.59	0	0
<i>Sortasi</i>	0	0.06	0.53	0.59	0	0.20
<i>Slicing</i>	0	0.13	0.76	0.88	0.49	0
<i>Shaking</i>	0	0.19	1.18	1.36	5.13	0
<i>Filling</i>	0	0.10	0.59	0.68	0.005	0
<i>Brine Filling</i>	0	0.13	0.76	0.89	0.001	0
<i>Exhausting</i>	0	0.14	0.77	0.90	0.002	0
<i>Seaming</i>	0.4	0.13	1.06	1.57	0.015	0
<i>Sterilization</i>	0	0.21	1.68	1.86	0.06	0
<i>Can Drying</i>	0	0.54	2.42	2.89	0.013	0

Sumber: Diolah, 2017

## 4.6 Analisis Kegagalan

### 4.6.1 Analisis Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis*

Analisis resiko merupakan proses yang menggabungkan ketidakpastian dalam bentuk kuantitatif. Analisis resiko dengan metode FMEA bertujuan untuk menghitung *risk priority number* (RPN) dan penilaian FMEA dilakukan untuk mengetahui seberapa besar potensi kegagalan yang terjadi. Dimana pada analisis FMEA terbagi menjadi 3 kriteria penilaian untuk mendapatkan nilai RPN berpengaruh antara lain: penilaian *severity* (S), penilaian *occurance* (O) dan penilaian *detection* (D). Nilai RPN berpengaruh diperoleh dengan mengalikan ketiga kriteria penilaian. Pada penelitian ini, analisis FMEA dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Kuesioner FMEA dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Analisis menggunakan FMEA lebih baik dari pada melihat jumlah frekuensi kegagalan yang terjadi pada mesin/peralatan

proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP, karena FMEA mempertimbangkan 3 kriteria yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*.

Berdasarkan perhitungan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada **Tabel 4.3** maka nilai RPN dapat dikehui. Perhitungan nilai RPN diperoleh dari perkalian antara nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pada penelitian ini diambil 20% dari kejadian yang menyebabkan kegagalan pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. Dibawah ini merupakan tabel perhitungan RPN pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP.

**Tabel 4.3** Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

No.	Proses produksi	S	O	D	RPN
1.	Pencucian Jamur	2.25	1.25	2.75	7.73
2.	<i>Trimming</i>	1.25	1.00	3.50	4.38
3.	Pemasakan Jamur	3.50	3.25	2.75	31.28
4.	Pendinginan Jamur	1.50	2.50	3.50	13.31
5.	<i>Sortasi</i>	1.00	2.25	4.50	10.13
6.	<i>Grading</i>	1.75	1.50	3.25	8.53
7.	<i>Sortasi</i>	1.00	2.25	4.50	10.13
8.	Pengirisan Jamur	5.50	3.75	3.50	72.19
9.	<i>Shaking</i>	2.75	2.50	3.50	24.06
10.	Pengisian Jamur	3.50	3.50	3.50	42.88
11.	Pengisian Larutan	3.75	3.50	4.00	52.50
12.	Penghampaan Udara	4.50	3.50	4.25	66.94
13.	Penutupan	6.75	5.50	2.75	102.09
14.	Sterilisasi	4.75	3.50	3.75	62.34
15.	Pendinginan	3.00	2.25	5.25	35.44

Sumber: Diolah, 2017

Setelah nilai RPN pada masing-masing mesin telah diketahui, selanjutnya menentukan ranking tiap mesin. Tujuannya adalah untuk mempermudah dalam menentukan resiko tertinggi dan terendah selama proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. **Tabel 4.4.** merupakan tabel urutan mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi sampai nilai PRN terendah pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. Diperoleh ranking tertinggi pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP yaitu resiko yang terjadi pada proses

penutupan/*seaming* sedangkan ranking terendah yaitu resiko yang terjadi pada proses *trimming*.

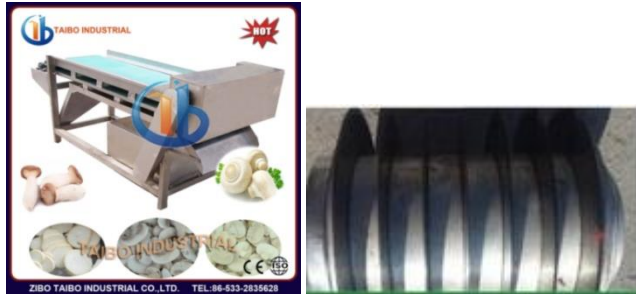
**Tabel 4.4** Rangking Mode Kegagalan

Mesin	RPN	Ranking
<i>Seaming</i>	102.09	1
<i>Slicing</i>	72.19	2
<i>Exhausting</i>	66.94	3
<i>Sterilization</i>	62.34	4
<i>Brine Filling</i>	52.50	5
<i>Filling</i>	42.88	6
<i>Can Drying</i>	35.44	7
<i>Blanching</i>	31.28	8
<i>Shaking</i>	24.06	9
<i>Cooling</i>	13.13	10
<i>Sortasi</i>	10.13	11
<i>Sortasi</i>	10.13	11
<i>Grading</i>	8.53	12
<i>Washing</i>	7.73	13
<i>Trimming</i>	4.38	14

Sumber: Diolah, 2017

Pada penelitian ini, diagram pareto dapat digunakan untuk menentukan mesin/peralatan yang akan dianalisis menggunakan FTA. Diagram pareto adalah suatu gambar yang mengurutkan suatu klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah) (Ariani, 2004). Diagram pareto juga dapat digunakan untuk mencari 20% jenis cacat yang merupakan 80% kecacatan dari keseluruhan proses produksi. Namun, data yang diperoleh selama penelitian tidak tercapai. Sehingga peneliti memutuskan bahwa 20% dari kejadian yang akan dianalisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). Berdasarkan ranking yang sudah diurutkan dari yang nilai RPN tertinggi sampai terendah diperoleh bahwa 20% kejadian yang menyebabkan kegagalan adalah

mesin *semaer*, *slicing* dan *exhausting*. Sehingga, mesin *seamer*, *slicing* dan *exhausting* akan dianalisis lanjutan menggunakan FTA untuk mengetahui akar penyebab terjadinya kegagalan pada mesin tersebut. Berikut merupakan gambar mesin *slicing*, *exhausting* dan *seaming* yang akan dianalisis menggunakan FTA.



**Gambar 4.5.** Mesin *Slicing*  
Sumber: cнтаibo.com (2017)



**Gambar 4.6.** Mesin *Exhausting*  
Sumber: alibaba.com (2017)



**Gambar 4.7.** Mesin *Seaming*  
Sumber: alibaba.com (2017)

#### 4.6.2 Analisis Menggunakan *Fault Tree Analysis*

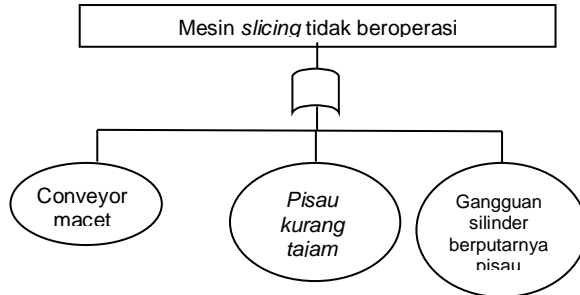
*Fault tree analysis* dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan dan mengevaluasi kemungkinan kegagalan yang terjadi, serta dapat digunakan untuk memantau dan memprediksi kemungkinan kejadian kegagalan dan potensi kegagalan. Metode FTA menganalisis dengan tampilan visual atau gambar dan mengevaluasi jalur dari suatu kegagalan pada sistem serta menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem. Menurut Vesley et al., (1981) *fault tree analysis* berfungsi untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Pada penelitian ini, FTA digunakan untuk mengetahui akar penyebab kegagalan dari mesin *seamer*, *slicing* dan *exhausting* pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP. Potensi sumber kecelakaan yang terjadi di perusahaan dapat diketahui dengan membuat pohon kesalahan (*fault tree*) yaitu suatu analisis pohon kesalahan secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analisis.

Pada analisa *fault tree*, hasil indikator resiko kritis dijadikan *top event*. Dari masing-masing *top event* tersebut, akan dibuat model grafis FTA yang berisi simbol-simbol yang menyatakan kejadian yang muncul yang menyebabkan terjadinya *top event*. Kejadian-kejadian yang memungkinkan menyebabkan terjadinya risiko kritis akan diteliti lebih lanjut sampai ke penyebab kejadian dasarnya (*basic event*).

Diagram *fault tree analysis* penyebab kegagalan mesin *slicing*, *exhausting* dan *seamer* pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dapat dilihat pada **Gambar 4.8-Gambar 4.10**. Model grafis FTA pada **Gambar 4.8-4.10** mempunyai beberapa simbol kejadian yaitu T (*Top event*), P (*Primary event/basic event*) dan S (*Undeveloped event*). Selain itu, terdapat juga simbol gerbang. Simbol gerbang yang digunakan adalah simbol OR dan AND. Hasil model grafis FTA dapat dibuktikan pada hasil *brainstorming* dengan kepala teknik PT. Eka Timur Raya. Berdasarkan *fault tree* pada **Gambar 4.8-4.10**, kegagalan mesin *slicing* diperoleh 3 *basic event*. Kegagalan mesin *exhausting*



diperoleh 2 *basic event*. Sedangkan kegagalan mesin *seaming* diperoleh 4 *basic event*. Simbol gerbang menyatakan hubungan kejadian input yang mengarah pada kejadian output. Simbol gerbang menggunakan AND dan OR.

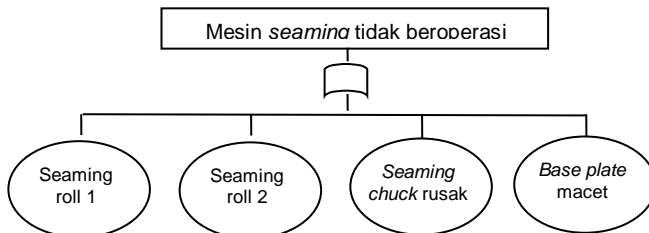


**Gambar 4.8** Fault Tree Mesin Slicing

**Tabel 4.5** Event dan simbol event mesin *slicing* tidak beroperasi

Keterangan Event	Simbol Event
Mesin <i>slicing</i> tidak beroperasi	T
Conveyor macet	P1
Pisau kurang tajam	P2
Gangguan silinder berputarnya pisau	P3

Sumber: Diolah, 2017

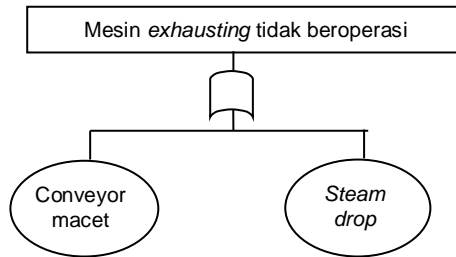


**Gambar 4.9** Fault Tree Mesin Seamer

**Tabel 4.6** Event dan simbol event mesin *seaming* tidak beroperasi

Keterangan Event	Simbol Event
Mesin <i>seaming</i> tidak beroperasi	T
<i>Seaming</i> roll 1	P1
<i>Seaming</i> roll 2	P2
<i>Seaming</i> chuck rusak	P3
<i>Base plate</i> macet	P4

Sumber: Diolah, 2017



**Gambar 4.10** *Fault Tree* Mesin exhausting

**Tabel 4.7** *Event dan simbol event mesin exhausting tidak beroperasi*

Keterangan Event	Simbol Event
Mesin exhausting tidak beroperasi	T
Conveyor macet	P1
Steam drop	P2

Sumber: Diolah, 2017

Pada penelitian ini, setelah mengetahui gambaran FTA secara menyeluruh dari 3 mesin yang memiliki nilai RPN tinggi, selanjutnya masing-masing resiko kritis akan dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisa dengan FTA yang dilakukan untuk mendapatkan *minimal cut set* dari sistem yaitu himpunan *basic event* yang jika terjadi maka *top event* pasti terjadi disebut analisis kualitatif. Apabila dihitung probabilitasnya pada setiap *basic event* yang kemudian dapat diketahui probabilitas *top event* disebut analisa kuantitatif (Brash *et al.* 2008).

#### 1. Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif dilakukan untuk mengetahui kejadian-kejadian (*basic event*) apa saja yang mengarah langsung atau menyebabkan terjadinya *top event*. Cara menganalisa dengan kualitatif adalah dengan mencari terlebih dahulu *minimal cut set* nya. Sebuah *cut set* diartikan sebagai *basic event* atau kejadian dasar yang menjadi penyebab terjadinya *top event* atau kejadian dasar yang menyebabkan kegagalan pada mesin. Untuk mencari *minimal cut set* adalah dengan menggunakan aljabar Boolean. Dikatakan *minimal cut set* jika *cut set* tersebut tidak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya

sebagai *cut set*. Model aljabar Boolean dari FTA mesin *slicing* dan mesin *seaming* sebagai berikut:

- a. Aljabar Boolean mesin *slicing*  
 $T = P1 \cup P2 \cup P3$
- b. Aljabar Boolean mesin *exhausting*  
 $T = P1 \cup P2$
- c. Aljabar Boolean mesin *seamer*  
 $T = P1 \cup P2 \cup P3 \cup P4$

Dari aljabar Boolean diatas, maka diketahui kombinasi kejadian-kejadian penyebab kegagalan mesin. Selanjutnya kombinasi dari aljabar Boolean dapat dilihat dibawah ini:

- a. Mesin *slicing*  
 $T = P1 \cup P2 \cup P3$   
 $= P1 + P2 + P3$
- b. Mesin *exhausting*  
 $T = P1 \cup P2$   
 $T = P1 + P2$
- c. Mesin *seamer*  
 $T = P1 \cup P2 \cup P3 \cup P4$   
 $T = P1 + P2 + P3 + P4$

## 2. Analisa kuantitatif

Analisa kuantitatif FTA dilakukan dengan menghitung probabilitas kegagalan dari masing-masing *basic event*. Probabilitas *basic event* tersebut dihitung berdasarkan frekuensi terjadinya suatu *event* yang dapat dicari dengan rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2010).

$$\text{Probabilitas} = \frac{\text{Frekuensi kegagalan}}{\text{frekuensi pemakaian}}$$

Frekuensi pemakaian yang dimaksud adalah jumlah hari proses produksi pengalengan jamur kancing selama periode tertentu. Periode perhitungan probabilitas ini adalah 3 bulan, yaitu dari bulan Januari-Maret 2017. Hasil perhitungan probabilitas masing-masing *basic event* dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

**Tabel 4.8** Probabilitas Kejadian *Basic Event* Bulan Januari–Maret 2017

Simbol	Frekuensi Kegagalan (hari)			Frekuensi pemakaian (hari)	Probabilitas kejadian		
	<i>Slicing</i>	<i>Seamer</i>	<i>Exhausting</i>		<i>Slicing</i>	<i>Seamer</i>	<i>Exhausting</i>
P1	2	5	4	73	0.027	0.068	0.055
P2	5	6	13	73	0.068	0.082	0.178
P3	1	1	-	73	0.014	0.014	-
P4	-	3	-	73	0.123	0.041	-

Sumber: Diolah, 2017

Hasil frekuensi kegagalan didapatkan dari hasil *interview* dengan kepala teknik dan melihat buku rekapan kegagalan. Sedangkan frekuensi pemakaian merupakan jumlah hari selama bulan Januari-Maret 2017. Dari hasil perhitungan probabilitas pada masing-masing *basic event* mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seamer* pada **Tabel 4.7**. Langkah selanjutnya adalah menentukan probabilitas kegagalan *top event* berdasarkan *basic event* yang menyebabkan kegagalan *top event* tersebut yang didasarkan pada diagram *Fault Tree Analysis*. Perhitungan probabilitas dan *minimal cut set* dari mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seaming* dapat dilihat pada **Lampiran 8**. Berikut merupakan tabel hasil perhitungan probabilitas dan *minimal cut set* dari mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seaming*.

**Tabel 4.9** Hasil Perhitungan Probabilitas dan *Minimal Cut Set*

No.	Mesin	Probabilitas Top Event	<i>Minimal cut set</i>
1.	<i>Slicing</i>	$P(T) = 1.06 \times 10^{-1}$	MCS= 0.109
2.	<i>Exhausting</i>	$P(T) = 2.23 \times 10^{-1}$	MCS= 0.233
3.	<i>Seaming</i>	$P(T) = 1.91 \times 10^{-1}$	MCS= 0.205

Sumber: Diolah, 2017

Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas diatas diketahui probabilitas terjadinya *top event*. Berdasarkan rumus perhitungan probabilitas  $R=1-P(T)$ , maka didapatkan nilai probabilitas mesin *slicing* tidak beroperasi sebesar 0.894 atau 89.4%, mesin *exhausting* tidak beroperasi sebesar 0.777 atau 77.7% sedangkan mesin *seamer* tidak beroperasi sebesar 0.809 atau 80.9%. Hal ini menunjukkan nilai probabilitas mesin tidak

beroperasi cukup tinggi yaitu lebih dari setengah jumlah hari periode perhitungan. Menurut Priyanta (2000), probabilitas suatu peristiwa adalah harga numerik yang menunjukkan seberapa besar kemungkinan peristiwa berada pada 0 sampai 1. Indeks numerik 0 mendefinisikan suatu kejadian yang tidak terjadi atau jarang terjadi, sedangkan indeks 1 menunjukkan suatu kejadian yang pasti terjadi.

Apabila sudah dianalisis menggunakan aljabar Boolean kemudian menentukan *minimal cut set*. *Cut set* adalah serangkaian komponen sistem, apabila terjadi kegagalan dapat berakibat kegagalan pada proses produksi. *Minimal cut set* adalah *set minimal* yang dapat menyebabkan kegagalan pada proses produksi. Mencari *minimal cut set* dapat menggunakan aljabar Boolean. Sehingga *minimal cut set* yang didapat untuk mesin *slicing* tidak berfungsi adalah {P1}, {P2} dan {P3} dengan nilai MCS 0.109, *minimal cut set* mesin *exhausting* tidak berfungsi adalah {P1} dan {P2} dengan nilai MCS 0.233. Sedangkan *minimal cut set* untuk mesin *seamer* tidak berfungsi adalah {P1}, {P2}, {P3} dan {P4} dengan nilai MCS 0.205. Nilai keandalan suatu mesin menggunakan rumus  $R_s = 1 - MCS$ , maka didapatkan  $R_s$  mesin *slicing* sebesar 0.891, mesin *exhausting* sebesar 0.767 sedangkan mesin *seamer* sebesar 0.795. Hal ini menunjukkan nilai  $R_s$  atau keandalan mesin cukup tinggi. Menurut Wulandari (2011), *minimal cut set* dapat diketahui berapa banyak kejadian yang dapat langsung menyebabkan *top event* terjadi. Jika terdapat satu *basic event* yang dapat langsung menyebabkan *top event* maka *basic event* tersebut lebih dahulu diperhatikan dalam perbaikan sistem. Apabila sudah didapatkan *minimal cut set* kemudian dicari nilai *Risk Reduction Worth* (RRW). Perhitungan RRW berguna untuk memprioritaskan perbaikan fitur yang dapat mengurangi kegagalan/kerusakan. Perhitungan RRW menggunakan **persamaan 3.8**, berikut merupakan contoh perhitungan RRW:

$$RRWP1 = \frac{MCS}{MCS - P1} = \frac{0.232}{0.232 - 0.027} = 1.13$$

**Tabel 4.10** RRW mesin *slicing* tidak beroperasi

<b>Basic event</b>	<b>RRW</b>
P1	1.33
P2	2.66
P3	1.15

Sumber: Diolah, 2017

**Tabel 4.10** RRW mesin *exhausting* tidak beroperasi

<b>Basic event</b>	<b>RRW</b>
P1	1.31
P2	4.24

Sumber: Diolah, 2017

**Tabel 4.12** RRW mesin *seamer* tidak beroperasi

<b>Basic event</b>	<b>RRW</b>
P1	1.50
P2	1.67
P3	1.07
P4	1.25

Sumber: Diolah, 2017

Menurut Saifuddin dkk. (2015), *basic event* yang paling berpengaruh terhadap resiko kegagalan adalah *basic event* yang memiliki nilai RRW tertinggi. Berdasarkan hasil perhitungan RRW pada mesin *slicing* diperoleh *basic event* yang memiliki nilai RRW tertinggi yaitu *basic event* P2 dengan nilai 2.66, RRW pada mesin *exhausting* tertinggi pada *basic event* P2 yaitu 4.24 dan pada mesin *seamer* diperoleh *basic event* yang memiliki nilai RRW tertinggi yaitu *basic event* P2 yaitu 1.67. Sehingga fitur yang diprioritaskan perbaikan adalah pisau, *steam drop* dan *seaming roll 2<sup>nd</sup>*.

## **4.7 Analisa Hasil dan Penyelesaian Masalah**

### **4.7.1 Analisis TEE**

Hasil perhitungan *availability efficiency* pada mesin/peralatan proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP diatas 90%, nilai tersebut sudah termasuk ideal jika dibandingkan dengan pernyataan Chandran (2009) yang menyatakan bahwa kondisi-kondisi ideal untuk nilai *availability* adalah lebih besar dari 90%. Nilai *availability efficiency* terendah pada mesin *seamer* yang bernilai 99.25%

pada bulan maret hal tersebut dikarenakan besarnya waktu *downtime* mesin 301.75 menit. Nilai *availability efficiency* suatu mesin dipengaruhi oleh *schedule* dan *unscheduled downtime*. Pada sistem yang berfungsi dengan baik *unscheduled downtime* diminimalkan, sementara *schedule downtime* dioptimalkan (Mobley, 2008). *Planned downtime* ini dapat berupa usaha perbaikan mesin secara preventif yaitu berupa pergantian komponen, atau pengecekan mesin secara berkala. Sehingga dapat meningkatkan nilai *availability rate*, maka *planned downtime* berupa *preventive maintenance* perlu dioptimalkan.

Hasil perhitungan *performance efficiency* menunjukkan bahwa mesin dan peralatan yang terdapat pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP belum termasuk dalam kondisi ideal, hal ini sesuai dengan pernyataan Chandra (2009), bahwa kondisi ideal untuk *performance efficiency* adalah lebih dari 95%. Mesin yang memiliki nilai *performance efficiency* dalam kondisi yang ideal menunjukkan bahwa penggunaan mesin sudah efisien karena telah sesuai dengan kapasitas mesin yang seharusnya (Rahmad dan Wahyudi, 2012). Nilai *performance rate* berbeda tiap mesin karena jumlah produk aktual yang dihasilkan mesin dan lama waktu yang dihabiskan mesin untuk menyelesaikan produk juga berbeda. Semakin lama mesin tersebut mampu beroperasi diharapkan jumlah output yang dihasilkan juga tinggi. Penurunan *performance rate* dapat terjadi karena *idling* peralatan (menunggu bahan baku yang akan diolah). Dan output yang rendah mengurangi kecepatan mesin. Hal tersebut dapat disebabkan oleh rendahnya keahlian operator atau perancangan manufaktur yang kurang baik (Mobley, 2008).

Hasil perhitungan *quality efficiency* pada mesin/peralatan proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP diatas 99%, nilai tersebut sudah termasuk ideal. Nilai *rate of quality product* dapat dinyatakan sebagai kondisi yang ideal untuk perhitungan OEE dengan *rate of quality product* lebih besar dari 99% (Chandran, 2009). Dengan nilai *quality efficiency* yang relatif besar maka kerugian akibat adanya *process*

defect kecil. Menurut Nakajima (1988) *process defect* adalah kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun proses ulang. Produk cacat menyebabkan pengurangan jumlah produksi, kerugian bahan, biaya tambahan untuk penanganan limbah akibat produk reject. Nilai *quality efficiency* pada mesin/peralatan proses produksi pengalengan jamur kancing tidak semua mencapai 100% karena pada tahap *washing, trimming, sortasi, slicing, shaking, seaming, sterilization* dan *can drying* terdapat jamur yang terbuang baik karena adanya cacat pada jamur, kerusakan pada kaleng maupun hasil irisan jamur yang dibawah standar dan akibat adanya produk *rework*.

Hasil perhitungan nilai TEE mesin/peralatan pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dengan rata-rata 91.77%, hal tersebut menunjukkan sudah memenuhi standar. OEE memiliki standar *world class* untuk semua indikator sebagai berikut: *availability rate* 90% atau lebih, *performance rate* 95% atau lebih dan *quality rate* 99% atau lebih (Almeanazel *et al.*, 2010). Namun, nilai TEE mesin *seaming* dibawah standar OEE yaitu 85%. Sehingga, perlu dilakukan perbaikan nilai TEE terhadap mesin *seaming* dengan mencari faktor *six big losses* yang memiliki nilai tertinggi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Telsang (2007), nilai OEE yang tinggi dapat dicapai dengan menyingkirkan *six big losses* yang merupakan hambatan untuk mencapai efektivitas mesin. Menurut Jiwantoro (2013), hal yang sering menyebabkan rendahnya nilai OEE adalah *downtime* yang diakibatkan dari rusaknya peralatan saat beroperasi. Menurut Djatna dan Santosa (2012), upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai OEE yaitu dengan melakukan perbaikan faktor mesin, manusia dan bahan baku.

#### **4.7.2 Analisis OTE**

Pada penelitian ini, Jika OEE/TEE mengukur efektivitas produksi pada satu mesin maka OTE mengukur efektivitas sistem produksi secara keseluruhan. Nilai TEE dan OTE memiliki kategori yang sama, dimana nilai TEE, OTE 85% sama dengan nilai OEE 85%. OTE sangat baik dalam menilai



kinerja sistem produksi perusahaan karena dalam mendapatkan nilai OTE dilakukan perhitungan beberapa parameter pengukuran efektivitas seperti *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*, dan OEE. Dengan demikian OTE lebih representative dalam mencerminkan efektivitas system produksi secara keseluruhan. Nilai OTE yang rendah dipengaruhi oleh nilai OEE, sementara nilai OEE dipengaruhi oleh nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*.

Berdasarkan perhitungan nilai OTE sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP pada bulan Januari, Februari dan Maret 2017, OTE pada bulan Februari 2017 yang memiliki nilai OTE terendah pada perhitungan bulan Januari dan Februari yaitu sebesar 82.87%. Nilai OTE sistem bulan Januari, Februari, Maret dan akumulasi bulan Januari–Maret diatas 80%. Hasil pengukuran OTE tersebut memperlihatkan bahwa mesin/peralatan pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP memiliki tingkat kinerja yang sangat baik. Hasil tersebut perlu dipertahankan bahkan ditingkatkan lagi untuk mencapai kondisi yang ideal berdasarkan standar OEE tingkat dunia. Peningkatan nilai OEE dengan menurunkan nilai dari faktor-faktor *six big losses*. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Puvanasvaran *et al* (2013), peningkatan nilai OEE dapat dilakukan dengan memperbaiki nilai *six big losses* yang bertanggung jawab atas nilai *availability*, *performance* dan *quality* dari OEE tersebut.

#### **4.7.3 Analisis Bottleneck Indicator**

Identifikasi *bottleneck* dilakukan menggunakan metrik OTE. Hasil identifikasi *bottleneck* pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP pada bulan Januari–Maret 2017 dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP pada tahap sortasi memiliki peluang untuk menyebabkan *bottleneck*. Hal tersebut dikarenakan hasil perhitungan nilai *bottleneck indicator* menunjukkan bahwa mesin sortasi memiliki nilai BI terendah

dibandingkan mesin lainnya. Nilai *bottleneck indicator* (BI) akumulasi bulan Januari–Maret 2017 yaitu 0.094. Menurut Muthiah (2003), mesin yang memiliki nilai  $TEE_{(i)} \times Rth_{(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Qeff_{(j)}$  paling minimum merupakan *bottleneck* dari sistem.

#### 4.7.4 Analisis *Six Big Losses*

Hasil pengukuran *six big losses* dilakukan untuk semua mesin pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP agar dapat memperlihatkan faktor yang paling mempengaruhi penurunan nilai OEE seluruh mesin. Faktor yang memiliki persentase tertinggi merupakan penyebab nilai OEE rendah. Dari **Tabel 4.2** dapat diketahui persentase dari setiap faktor *six big losses* yang mempengaruhi nilai TEE dan OTE mesin/peralatan pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP.

##### 1. *Downtime Losses*

Pada penelitian ini, faktor *breakdown losses* memiliki persentase tertinggi yaitu mesin *seaming*. Penyebab *breakdown losses* tertinggi pada mesin *seaming* diakibatkan oleh adanya *downtime* mesin karena terjadi gangguan pada mesin *seamer* pada saat produksi berlangsung sehingga perlu dilakukan perbaikan atau *setting* ulang terhadap *seamer*. Menurut Jaqin *et al.* (2012), faktor penyebab terjadinya *breakdown time* adalah kerusakan mesin.

Pada *setup and adjustment losses*, mesin yang mengalami *losses* hampir semua mesin pada proses produksi pengalengan jamur *slice* dan MSP dengan nilai *losses* kurang dari 1%. *Losses* ini disebabkan karena adanya waktu tunggu listrik nyala dari PLN selain itu juga waktu tunggu untuk menyalakan genset apabila listrik dari PLN padam dalam kurun waktu yang cukup lama. Penggunaan energi alternative yaitu genset membutuhkan waktu untuk instalasi dan penyetingan untuk pemindahan sumber energi. Menurut Zandieh *et al.* (2012), *setup and adjustment losses* merupakan kerugian pemberhentian

yang disebabkan adanya penyesuaian untuk penentuan posisi yang benar.

2. *Speed losses*

Pada **Tabel 4.2** dapat diketahui hampir semua mesin pada proses produksi pengalengan jamur kancing terdapat *idling and minor stoppage* hal tersebut disebabkan adanya waktu non-produktif yaitu *standby time*. *Standby time* yang terjadi yaitu waktu tunggu sebelum proses. Menurut Nakajima (1988) dalam Lundahl (2007), target yang harus dicapai suatu industri untuk nilai *idling and minor stoppages losses* adalah 0% dan didapatkan dari tidak adanya *nonproductive time*.

*Reduced speed losses* juga terjadi hampir semua mesin pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP dengan nilai *losses* tertinggi terjadi pada mesin *can drying*. *Reduced speed losses* pada mesin tinggi menunjukkan bahwa kecepatan operasi mesin lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan optimal yang dirancang. Menurut Limantoro dan Felecia (2013), *reduced speed losses* merupakan penurunan kecepatan produksi yang timbul ketika kecepatan operasi *actual* bernilai lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan mesin yang telah dirancang untuk beroperasi. Ketika selisih nilai *ideal cycle time* dengan *actual cycle time* lebih kecil disbanding mesin lainnya, maka *reduced speed losses* juga akan bernilai lebih kecil dari mesin lainnya.

3. *Quality Losses*

Pada **Tabel 4.2** selain *downtime losses* dan *speed losses*, pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP juga terdapat *quality losses*. Pada *quality losses* terdapat dua faktor *losses* yaitu *process defect* dan *reduced yield*. Pada faktor *process defect*, *losses* yang terjadi pada mesin *seamer* karena adanya kegagalan dalam proses penutupan seperti kaleng penyok, terdapat goresan pada kaleng (*scratch*), bocor, cover hook tidak sesuai standar, body hook tidak sesuai standar, dan adanya kaleng yang terjepit saat proses. *Losses* yang terjadi pada mesin *seamer* menimbulkan adanya pengerjaan ulang (*rework*),

hal tersebut dapat mengakibatkan adanya kerugian yang dialami perusahaan. *Defect in process* adalah waktu yang terbuang untuk menghasilkan produk cacat, serta produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat, dan biaya untuk pengerjaan ulang. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun memperbaiki cacat produk. Jumlahnya hanya sedikit akan tetapi kondisi seperti ini bisa menimbulkan masalah yang semakin besar (Ahuja dan Khamba, 2008). Menurut Nakajima (1988) dalam Lundahl (2007), target yang harus dicapai suatu industri untuk nilai *rework* adalah 0%. Selain mesin *seaming*, *defect losses* juga terjadi pada mesin *slicing*, *shaking*, *filling*, *brine filling*, *exhausting*, *sterilization* dan *can drying*. *Defect* Pada mesin *slicing*, *losses* yang terjadi karena adanya irisan jamur yang sangat kecil yang terbuang dan serpihan jamur melekat pada sela-sela mesin. Dan pada mesin *shaking* nilai *losses* cukup tinggi karena pada tahapan ini terdapat serpihan jamur yang tidak sesuai ukuran akan tersisih. Namun, serpihan jamur yang tidak terikut kemas tidak langsung di buang sebagai limbah melainkan akan dijual ke salah satu *customer* sebagai bahan isi makanan. Sedangkan mesin yang lainnya karena adanya *rework*.

Pada faktor *reduced yield* terjadi pada mesin *washing*, *trimming*, dan *sortasi*. *Losses* yang terjadi pada mesin *washing* karena terdapat jamur yang tidak sesuai dengan standar sehingga harus di *reject* untuk mengurangi biaya tambahan dalam proses produksinya. Pada *trimming*, *losses* yang terjadi karena adanya aktifitas membuang bagian yang tidak diinginkan dari jamur seperti membuang bagian tudung jamur yang terdapat *brownspot* dan akar jamur yang masih terikut. Pada *sortasi*, *losses* yang terjadi karena adanya kegiatan pengambilan jamur yang cacat yang masih terikut selama proses. Tingginya nilai *reduced yield* dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan, nilai 0% pada faktor *reduced yield* sangat diharapkan setiap

pelaku industri. Hal tersebut sesuai dengan yang dinyatakan oleh Saiful *et al.* (2014), nilai *yield/scrap losses* 0% dikarenakan tidak adanya produk cacat yang dihasilkan mesin.

#### 4.7.5 Analisis Kegagalan

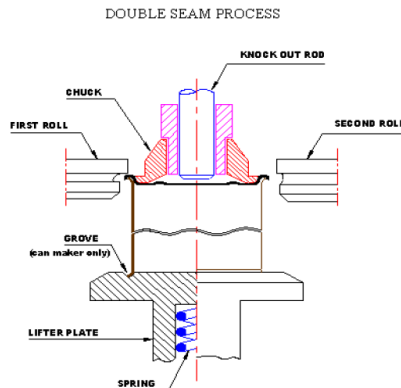
Setelah mengetahui nilai OTE pada masing-masing subsistem pada proses pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP, langkah selanjutnya dilakukan penilaian terhadap masing-masing mesin dengan menggunakan FMEA. FMEA digunakan untuk menentukan mesin yang menjadi prioritas dalam analisis penyebab kegagalan menggunakan FTA. Hasil dari analisa kegagalan menggunakan FMEA diperoleh mesin yang memiliki nilai RPN berpengaruh yaitu mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seaming*. Menurut Soedjono,dkk. (2011). Modus kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi harus diberikan prioritas tertinggi untuk tindakan korektif. Ini berarti tidak selalu mode kegagalan dengan angka keparahan tertinggi yang harus ditangani terlebih dahulu. ada pula yang angka keparahannya rendah tetapi yang terjadi lebih sering dan kurang terdeteksi. Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari potensial *failure*, semakin tinggi nilai RPN maka semakin bermasalah. Tidak ada acuan berapa nilai RPN untuk dapat dilakukan perbaikan.

*Fault Tree Analysis* (FTA) dapat digunakan untuk memprediksi dan mengevaluasi penyebab kegagalan sistem, serta dapat digunakan juga untuk untuk mengidentifikasi kelemahan dan mengevaluasi kemungkinan yang terjadi pada sistem. Titik awal analisa FTA adalah pengidentifikasian *mode* kegagalan pada *top level* suatu sistem. *Top level* yang dipilih pada analisis ini adalah gangguan pada mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seamer*. Hal ini karena mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seamer* memiliki nilai RPN berpengaruh dan termasuk dalam 20% kejadian. Langkah selanjutnya membuat diagram pohon kegagalan yang mengilustrasikan keadaan komponen-komponen sistem (*basic event*) dan hubungan antara *basic event* dan *top event* serta menentukan *minimal cut set* dari FTA.

Suatu *fault tree* menyediakan informasi yang bernilai tentang kemungkinan kombinasi dari kejadian gagal yang dapat menghasilkan kegagalan pada kejadian puncak. Merepresentasikan *fault tree* ke dalam persamaan Boolean bertujuan untuk menentukan *minimal cut set*. *Minimal cut set* menunjukkan kejadian gagal. *Minimal cut set* merupakan kombinasi terkecil dari kejadian dasar yang menyebabkan kejadian puncak terjadi. Penentuan *minimal cut set* dari *fault tree* menggunakan aturan Boolean dapat dilihat subbab sebelumnya pada analisis kuantitatif. Menurut Eko dan Indro (2009), *minimal cut set* merupakan dasar berbagai kemungkinan kombinasi kegagalan yang mungkin terdapat pada *fault tree* yang mengakibatkan terjadinya *top event* sehingga saat perawatan berlangsung lebih memperhatikan *cut set* tersebut sehingga gangguan mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seamer* yang menyebabkan kegagalan proses dapat berkurang. Pada kegagalan mesin *slicing* terdapat 3 *basic event*, *exhausting* terdapat 2 *basic event* dan pada mesin *seamer* terdapat 4 *basic event*. Berdasarkan perhitungan secara kuantitatif diperoleh probabilitas *top event* mesin *slicing* 0.106, mesin *exhausting* 0.233 dan 0.191 untuk mesin *seamer*.

Probabilitas kegagalan mesin *slicing*, *exhausting*, *seaming* dan penyebabnya dapat dilihat pada **Gambar 4.8-Gambar 4.10**. Berdasarkan hasil perhitungan probabilitas kejadian dan dihubungkan dengan perhitungan *six big losses*, maka didapatkan faktor yang menyebabkan *performance efficiency* mesin *slicing* dan mesin *exhausting* tidak lebih dari 95% dikarenakan *idling and minor stoppages losses* dan *reduced speed losses*. Mesin *slicing* dengan probabilitas kejadian sebesar 0.106 dan disebabkan event P2 (pisau). Mesin *exhausting* dengan probabilitas 0.233 disebabkan oleh event P2 (*steam drop*). Sedangkan probabilitas mesin *seaming* yang menjadi penyebab rendahnya nilai TEE yaitu karena pada probabilitas kejadian pada event P1 dan P2 (gangguan pada 1<sup>st</sup> dan 2<sup>nd</sup> *operating seaming roll*) menyebabkan rendahnya nilai TEE karena pada *roll seaming* mengalami kerusakan, kurangnya

pemberian pelumas (*oil food grade*) dan gangguan material yang dipakai. Material yang dipakai pada proses *seamer* ini adalah kaleng atau lid yang diperoleh dari supplier dan terjadi kerusakan saat proses pengangkutan sehingga tidak sesuai dengan standar ukuran *seamer* yang telah di setting. Hal ini akan menyebabkan kemacetan lid atau terjepitnya kaleng pada saat proses *seaming*. Berikut merupakan gambar bagian-bagian pada mesin *seamer*.



Gambar 4.11. Bagian Penting Mesin *Seamer*  
Sumber: meatsandsausage.com (2017)

Berdasarkan *fault tree* pada mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seamer* masing-masing terdapat 3 *basic event*, 2 *basic event* dan 4 *basic event*. Dimana pada mesin *slicing* terdapat 3 *minimal cut set*, mesin *exhausting* terdapat 2 *minimal cut set* dan mesin *seamer* terdapat 4 *minimal cut set* yang merupakan penyebab dasar yang memungkinkan terjadinya kegagalan pada ketiga mesin. Untuk menghindari kerusakan dan kegagalan yang lebih besar maka hal yang harus dilakukan adalah melakukan perawatan secara berkala (*preventive maintenance*) dengan memperhatikan 3 *cut set* (*slicing*), 2 *cut set* (*exhausting*) dan 4 *cut set* (*seaming*) tersebut. Dalam hal ini perawatan lebih memperhatikan pada *setting* yang tepat pada komponen mesin dan pengontrolan secara berkala sebelum kerusakan terjadi. Menurut Jamasri (2005), pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*)

bertujuan untuk memperkecil variasi kerusakan mesin per satuan waktu tertentu, menghindarkan kerusakan yang mendadak, dan memaksimumkan umur peralatan. Tujuan ini dicapai dengan melakukan pemeriksaan terjadwal untuk menjaga kondisi dan lingkungan operasi peralatan pada titik optimal.

#### **4.8 Implikasi Manajerial**

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan 3 mesin yang berpotensi dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada proses produksi yaitu mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seamer*. Implikasi manajerial yang dapat direkomendasikan kepada PT. Eka Timur Raya yaitu dengan menerapkan sistem pemeliharaan dan perawatan preventif yang bertujuan untuk menghilangkan kerusakan mesin seminimal mungkin sampai tingkat *zero failures*. Jika hal itu tercapai, maka dapat membuat proses produksi menjadi maksimum karena gangguan-gangguan yang terjadi pada mesin dapat dihilangkan sehingga waktu efektif mesin untuk berproduksi, kinerja mesin, dan kualitas produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan target yang diharapkan oleh perusahaan. Hal-hal yang dapat diterapkan dalam *preventive maintenance* untuk bagian teknik yaitu dengan melakukan inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan.

Peningkatan kemampuan dan kecakapan karyawan teknik dapat dilakukan dengan pengembangan SDM salah satunya dengan cara pelatihan. Pelatihan yang dilakukan bisa berupa pengenalan mesin beserta komponen yang rentan terjadi kerusakan, tindakan yang dilakukan jika terjadi kerusakan mesin dan lain sebagainya. Pelatihan merupakan kegiatan yang cukup penting dilakukan oleh suatu usaha untuk dapat meningkatkan pengetahuan serta kemampuan dari para pekerja sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dari PT. Eka Timur Raya. Pelatihan tersebut dapat diikuti oleh karyawan bagian teknik, karyawan bagian produksi maupun karyawan PT. Eka Timur Raya disesuaikan dengan kebutuhan pelatihan yang diinginkan. Selain karyawan bagian teknik, karyawan bagian produksi dan *quality control* berperan penting dalam



pengawasan kondisi mesin selama proses produksi berlangsung karena karyawan produksi dan *quality control* merupakan karyawan yang berada dekat dengan mesin-mesin produksi.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis hasil yang telah dilakukan, maka pada penelitian di PT. Eka Timur Raya, Purwodadi, Pasuruan ini dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu, Selama periode bulan Januari–Maret 2017, tingkat kinerja mesin pada proses produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP berdasarkan metode TEE pada mesin *washing* sebesar 90.65%, *trimming* sebesar 92.76%, *blanching* sebesar 90.38%, *cooling* sebesar 95.99, sortasi I sebesar 94.67%, *grading* sebesar 94.86%, *sortasi II* sebesar 94.48%, *slicing* sebesar 90.06%, *shaking* sebesar 90.15%, *filling* sebesar 94.22%, *brine filling* sebesar 93.10%, *exhausting* sebesar 93.89%, *seaming* sebesar 78.28%, *sterilization* sebesar 93.60% dan *can drying* sebesar 90.52%. Sedangkan nilai OTE pada sistem produksi pengalengan jamur kancing *slice* dan MSP selama periode Januari-Maret 2017 sebesar 89.01%.

Nilai *bottleneck indicator* (BI) sistem produksi pengalengan jamur kancing adalah 0.0937. Mesin yang terindikasi sebagai *bottleneck indicator* sistem produksi pengalengan jamur kancing yaitu pada mesin *sortasi*.

Nilai *losses* terbesar yaitu mesin *seaming* dengan memiliki *breakdown losses* sebesar 0.40%, *setup and adjustment* sebesar 0.13%, *idling and minor stoppage* sebesar 1.06%, *reduced speed losses* sebesar 1.57% dan *defect losses* sebesar 0.015%. Penyebab kegagalan berdasarkan analisis menggunakan FMEA dan FTA yaitu pisau pada *slicing*, steam drop pada *exhausting* dan kegagalan pada *seaming roll 1* dan *seaming roll 2* pada mesin *seaming*.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk PT. Eka Timur Raya untuk meningkatkan nilai OTE sistem produksi pengalengan jamur kancing, perusahaan direkomendasikan melakukan perbaikan. Memaksimalkan kegiatan pemeliharaan diharapkan

dapat mengurangi tingkat kerusakan *spare part*. Untuk meningkatkan efektifitas mesin dijadwalkan perawatan pada komponen kritis. Komponen kritis yang dijadwalkan perbaikan preventifnya adalah *slicing* dan *seaming*. Pada mesin *slicing* dapat dilakukan pengecekan dan perawatan pisau setiap kali proses produksi. Pada mesin *seaming* pemberian pelumas tiap kali produksi dan pengecekan lid atau penutup kaleng yang akan digunakan. Selain itu juga, bagian teknisi dapat meluangkan waktu 30 menit-60 menit sebelum jam kerja berakhir untuk input data kerusakan mesin. Sehingga data yang tersimpan menjadi histori akurat yang sangat berguna dalam melakukan prediksi kerusakan untuk kedepannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2007. **Pengolahan dan Pengawetan Ikan**. Jakarta : PT. Bumi Aksara.
- Aditya, R & Dewi. S. 2011. **10 Jurus Sukses Beragribisnis Jamur**. Penebar swadaya. Jakarta
- Ahuja, I.P.S., & Khamba, J.S. 2008. ***Total Productice Maintenance, literature review and direction. International journal of Quality and Reliability Management***, Vol 25, No. 7, 709-756.
- Al-Ghofari, A.K, M. Anis dan A. As'ari. 2012. **Upaya Peningkatan Performansi Mesin Pada Industri Manufactur**. Spektrum Industri. Vol 10(2) : 108-199
- Almeanazel, Taisir R, Osama. 2010. ***Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement***. Jordan *journal of mechanical and industrial engineering*, vol. 4, no. 4, page 517-522.
- Ansori, Nachnul. Mustajib, dan M.Imron. 2013. **Sistem Perawatan Terpadu**. CV.Graha Ilmu,Yogyakarta
- Ariani, D.W. 2004. **Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Menejemen Kualitas)**. Yogyakarta: Andi.
- Aryono, A.T. 2011. **Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Pada Jalur Produksi Pembuatan Kaleng Kemasan Susu Kental Manis Menggunakan Metode Root Cause Analysis**. Skripsi Fakultas Teknik, UI. Depok.
- Bernardin and Russel, 1993. ***Human Resource Management***. New Jersey : International Editions Upper Saddle River, Prentice Hall
- Betrianis dan R. Suhendra. 2006. **Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur pada Lini Produksi (Studi Kasus pada Stamping Production Division Sebuah Industri Otomotif)**. Jurnal Teknik Industri 7(2): 91-100.

- Chandran . 2009. ***Modern Approach to Overall Equipment Effectiveness (OEE)***. Collage of Engineering Thiruvananthapuram. Departement of Mechanical Engineering. India.p. 15-17
- Corder, A.S. 1996. **Teknik Manajemen Pemeliharaan**. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Djatna, T. dan Santoso, I.B.D.Y. 2012. **Peningkatan Produktivitas Kecap Pada Lini Perakitan dengan Menggunakan Metode *Lean Production***. E-Journal Agroindustri Indonesia vol 1(1): 1-10
- Donar. 2005. **Analisa Gangguan Jaringan Kabel dengan Kombinasi Metode *Fault Tree Analisis* dan *Failure Mode And Effect Analysis***. Jurnal Teknik Industri 4(1):10-15
- Dwiari, S.R. 2008. **Teknologi Pangan Jilid 1**. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.
- Fadillah, R. 2009. **Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Sebagai Dasar Optimasi Produktivitas (Studi Kasus Di PT. Sweet Candy Indonesia)**. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor
- Fitriadi, R dan Kuncoro, G.B. 2013. **Analisa Perbaikan Mesin CNC MA-1 dengan Menggunakan Indikator Kinerja *Overall Equipment Effectiveness (OEE)***. Prosiding SNST ke-4 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang: 26-31
- Gaspersz, V. 2002. ***Total Quality Management***. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hansen, R. C. (2001), ***Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profit, 1<sup>ST</sup> Edition***. Industrial Press Inc, New York.
- Hardyansyah, 2012. **Perancangan Program Aplikasi untuk Mengukur Performansi Sistem Produksi dengan Metode *Overall Troughput Effectiveness (OTE)* dan Penjadwalan *Preventive Maintenance***. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

- Hoyland, A & M. Rausand. 2004. ***System Realibility: Theoru Model and Statistical Method***. John Wiley and Sons. New Jersey. P.96-98
- Huang, S.H., J.P. Dismukes, J. Shit, Qi Su, M.A. Razzaks, R. Bodhale dan D.E. Robinson 2003. ***Manufacturing Productivity Improvement Using Effectiveness Metric and Simulation Analysis***. Int. J. Prod. Res. Vol 41(3): 513 - 527
- Huang, SH & Muthiah, KMN. 2007. ***Overall Throughput Effectiveness (OTE) Metric for Factory-level Performance Monitoring and Bottleneck Detection***. International Journal of Production Research. Vol. 45: 4753– 4769.
- Ingram S. 2002. ***The Real Nutritional Value Of Fungi***. [http://www.world-offungi.org/Mostly\\_Medical/Stephanie\\_Ingram/NUTRITION\\_AL\\_VALUE](http://www.world-offungi.org/Mostly_Medical/Stephanie_Ingram/NUTRITION_AL_VALUE).
- Irianto, Y., ari, S., dan wiryanto. 2008. ***Pertumbuhan, Kandungan Protein, dan Sianida Jamur Kuping ( Auricularia polytricha) pada Medium Tumbuh SerbukGergaji dan Ampas Tapioka dengan Penambahan Pupuk Urea***. Bioteknologi 5 (2): 43-50
- Jaelani. 2008. ***Jamur berkhasiat obat***. Pustaka Obor Popular. Jakarta
- Jaquin C., Kholil, M., dan Mulyadi, IM. 2012. ***Meminimalisasi Breakdown paper machine #9 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness di PT. Pindo Deli Pulp and Paper Mills***. J.Ilmiah PASTI. 5(3): 1-15
- Jiwanoro, A., B.D. Argo dan W.A. Nugroho. 2013. ***Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu dengan Penerapan Total Productive Maintenance***. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. Vol 1(2): 18-28
- Kumar, A. & Lata, S. 2011. ***Reliability Analysis of Piston Manufacturing System***. Journal of Reliability and Statistical Studies 4(2): 43-55
- Lazim, H. M., & Ramayah, T. (2010). ***Maintenance Strategy in Malaysian Manufacturing Companies: A Total Productive Maintenance (TPM)***. Approach Journal

- Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 11, page:387–396.
- Limantoro, D dan Felecia. 2013. ***Total Productive Maintenance di PT. X***. Jurnal Titra. 1(1): 13-30
- Lundahl, CG. 2007. ***Optimized Processes in Sawmills***. Tesis Magister. Lulea University of Technology. Skelleftea.
- Ma'arif, S & Hendri. 2006. ***Management Operation***. Grasindo. Jakarta.
- Mahadevan, S. 2004. ***Automated Simulation Analysis of Overall Equipment Effectiveness Metrics***. Department of Mechanical, Industrial and Nuclear Engineering of the College of Engineering. University of Cincinnati
- Maknunah, L.U. 2015. ***Pengukuran Kerja Stasiun Giling Dengan Metode Overall Throughput Effectiveness (OTE) di Pabrik Gula Krebet Baru II Malang***. Tesis Magister. Universitas Brawijaya. Malang
- Mobley, R.K. 2008. ***Maintenance Engineering Handbook (seventh edition)***. McGraw-Hill. New York
- Muthiah, K.M.N. 2003. ***Diagnostic Factory Productivity Metrics***. Tesis Magister Universitas Cincinnati. Cincinnati.
- Muthiah, K.M.N. 2006. ***System Level Effectiveness Metric for Performance Monitoring and Diagnostics***. Disertasi Doktor. Universitas Cincinnati. Cincinnati.
- Muthiah, K.M.N, Huang, S.H, & Mahadevan, S. 2006. ***Automating Factory Performance Diagnostics Using Overall Throughput Effectiveness (OTE) Metric***. Int J Adv Manuf Technol.
- Muthiah, K.M.N & Huang, S.H. 2006. ***A Review Of Literature On Manufacturing Systems Productivity Measurement And Improvement***. Int. J. Industrial and Systems Engineering Vol 1(4): 478
- Nakajima, S. 1988. ***Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)***. Cambridge. MA: Productivity Press.
- Pande P.S, Robert P. Neuman, Roland R. Cavanagh. 2000. ***The six sigma way : How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing Their Performance***. McGraw-Hill. New York

- Parida, A., & Kumar, U. (2006). ***Maintenance Performance Measurement (MPM): issues and challenges***. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(3).
- Pentilon, Liliane dan M. Peter. 2006. ***Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion***. *International Journal of Production Research*. Hal 1-45.
- Priyanta, D. 2000. ***Keandalan dan Perawatan***. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Puvanasvaran, P. Teoh, Y.S. dan Tay, C.C. 2013. ***Consideartion of Demand Rate in Overall Equipment Effectiveness (OEE) on Equipment With Constant Process Time***. *JIEM*. Vol 6(2): 507-524
- Rahmad, P., dan E. S Wahyudi. 2012. ***Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) (Studi Kasus di Pabrik Gula PT. "Y")***. *Jurnal Rekayasa Mesin* 3(3): 431-437.
- Said, A. dan Susetyo, J. 2008. ***Analisis Total Productive Maintenance Pada Lini Produksi Mesin Perkakas Guna Memperbaiki Kinerja Perusahaan***. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*. Yogyakarta: IST Akprind.
- Saifuddin, M.H., Sugiono, dan Yuniarti, R. 2014. ***Analisis Resiko Operasional pada Divisi Bengkel PT. XYZ Branch Office Malang***. Skripsi. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Saiful, Rapi, A. dan Novawanda, O. 2014. ***Pengukuran Kinerja Mesin Defecator I dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness***. *JEMIS*. 2(2): 5-11
- Scott, D., & Pisa, R. (1998). ***Can Overall Factory Effectiveness Prolong Moore's Law?***. *Solid State Technology*, Vol.41, page:75–82.
- Stephens, M. 2004. ***Productivity And Reliability Based Maintenance Management***. Pearson Education inc. New Jersey



- Suharjo, E. 2007. **Budi Daya Jamur Merang dengan Media Kardus**. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Sutanto, H. 2010. **Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja pada Pembangunan Gedung Perkantoran dan Perkuliahan**. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Susetyo, J. 2009. **Analisis Pengendalian Kualitas dan Efektivitas dengan Integritasi Konsep *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fault Tree Analysis* serta *Overall Equipment Effectiveness***. Jurnal Teknologi Tekhnoscintia Vol 2(1).
- Teguh, I dan Priyanta D. 2010. **Implementasi Total Productive Maintenance dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk Menentukan Maintenance Strategi pada Mesin Tube Mill 303**, Skripsi teknik kelautan ITS. Surabaya.
- Telsang, M.T. 2007. ***Production Management***. S. Chand. New Delhi
- Vesely, B. 2002. ***Fault tree analysis (FTA): Concepts and Application***. NASA.
- Vorne Industries. (2008). ***The Fast Guide to OEE***. United State of America: Vorne Industries.
- Wahjudi, D., Tjitro, S., dan Soeyono, R. 2009. **Seminar Nasional Teknik Mesin IV: Studi Kasus Peningkatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Melalui Implementasi *Total Productive Maintenance* (TPM)**. Teknik Mesin. Universitas Kristen Petra.
- Wiersma, W and S.G. Jurs. 1990. ***Education Measurement And Testing***. Boston London Sydney Toronto: allyn and bacon
- Wulandari, T. 2011. **Analisa Kegagalan Sistem dengan *Fault Tree***. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok
- Yumaida, Y. 2012. **Analisis Resiko Kegagalan Pemeliharaan pada Pabrik Pengolahan Pupuk NPK Granular**. Diakses 27 Januari 2017  
<http://lontar.ui.ac.id/file?file=digital/20281099-S658-Analisis%20risiko.pdf>

- Yuwono, S. Edy Sukarno, Muhammad Ichsan. 2007. **Petunjuk Praktis Penyusunan *Balance Scorecard* Menuju Organisasi yang Berfokus pada Strategi**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Zandieh, S., Tabatabaei, SAN dan Ghandehary, M. 2012. ***Evaluation of Overall Equipment Effectiveness in a Continous Process Production System of Condensate Stabilization Plant in Assalooyeh***. IJCRB. 3(10): 590-598

# LAMPIRAN



## Lampiran 1

**Tabel** Skala penilaian untuk *severity*

Nilai	Akibat/effect	Kriteria verbal
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa, tidak memerlukan penyesuaian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya dapat diketahui oleh operator yang berpengalaman
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya ada sedikit gangguan. Akibat diketahui oleh rata-rata operator
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dengan aman, namun terdapat gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua operator
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi normal, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas karena tingkat kinerja berkurang
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetap menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas
8	Akibat ekstream	Mesin tidak dapat beroperasi dan telah kehilangan fungsi utamanya
9	Akibat serius	Mesin gagal operasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, dan hal ini bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja

Sumber : Pande *et al.*, (2000)

**Tabel** Skala penilaian untuk *occurance*

Nilai	Kejadian	Kriteria verbal	Tingkat kejadian kegagalan
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	Lebih dari 10.000 jam operasi mesin
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	Lebih dari 10.000 jam operasi mesin
3	Sangat sedikit	Kerusakan yang terjadi sangat sedikit	3.001-6.000 jam operasi mesin
4	Sedikit	Kerusakan yang terjadi sedikit	2.001-3.000 jam operasi mesin
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi pada tingkat rendah	1.001-2.000 jam operasi mesin
6	Medium	Kerusakan yang terjadi pada tingkat medium	401-1.000 jam operasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan yang terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan yang terjadi tinggi	1-100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan yang terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari 2 jam operasi mesin

Sumber: Pande *et al.*, (2000)

**Tabel** Skala penilaian untuk *detection*

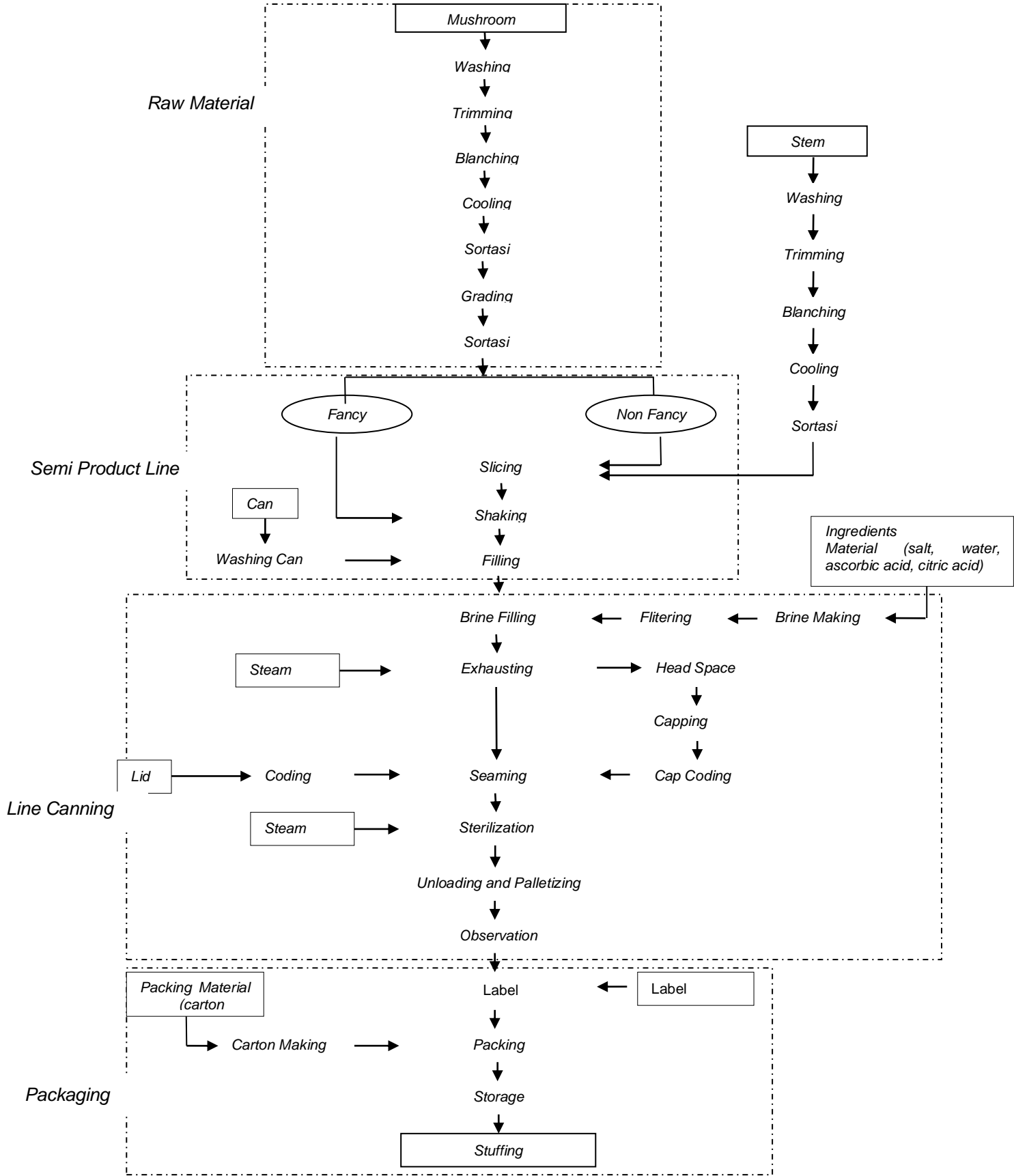
Nilai	Akibat	Kriteria verbal
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Moderately high	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “moderately high” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	Moderate	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “moderate” untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Remote	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “remote” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Very remote	Perawatan preventif memiliki kemungkinan “very remote” untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Sumber : Pande *et al.*, (2000)





Lampiran 2 Diagram Alir Proses Pengalengan Jamur Kancing





### Lampiran 3

#### Availability Efficiency (Aeff)

**Tabel:** Availability Efficiency Bulan Januari 2017

Mesin	Total waktu kerja/ Tt (menit)	Schedule shutdown n/ A (menit)	Planned downtime/ B (menit)	Downtime/ C (menit)	Setup and adjustment/ D (menit)	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Aeff (%)
<i>Washing</i>	20520	0	0	0	0	20520	100
<i>Trimming</i>	12338	0	0	0	0	12338	100
<i>Blanching</i>	12549	0	0	0	0	12549	100
<i>Cooling</i>	17568	0	0	0	0	17568	100
<i>Sortasi</i>	23400	0	0	0	0	23400	100
<i>Grading</i>	23400	0	0	0	0	23400	100
<i>Sortasi</i>	23400	0	0	0	0	23400	100
<i>Slicing</i>	16359	0	0	0	0	16359	100
<i>Shaking</i>	11013	0	0	0	0	11013	100
<i>Filling</i>	18610	0	0	0	0	18610	100
<i>Brine Filling</i>	19285	0	0	0	30	19255	99.84
<i>Exhausting</i>	19340	0	0	0	30	19310	99.84
<i>Seaming</i>	19905	0	0	52.92	30	19822	<b>99.58</b>
<i>Sterilization</i>	11630	0	0	0	30	11600	99.74
<i>Can Drying</i>	4650	0	0	0	30	4620	99.35

**Tabel:** Availability Efficiency Bulan Februari 2017

Mesin	Total waktu kerja/ Tt (menit)	Schedule shutdown n/ A (menit)	Planned downtime/ B (menit)	Downtime/ C (menit)	Setup and adjustment/ D (menit)	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Aeff (%)
<i>Washing</i>	23004	0	0	0	0	23004	100
<i>Trimming</i>	13890	0	0	0	0	13890	100
<i>Blanching</i>	14300	0	0	0	0	14300	100
<i>Cooling</i>	20650	0	0	0	0	20650	100
<i>Sortasi</i>	25250	0	0	0	0	25250	100
<i>Grading</i>	25250	0	0	0	0	25250	100
<i>Sortasi</i>	25250	0	0	0	0	25250	100
<i>Slicing</i>	18750	0	0	0	25	18725	99.87
<i>Shaking</i>	12300	0	0	0	25	12275	99.80
<i>Filling</i>	26930	0	0	0	25	26905	99.91
<i>Brine Filling</i>	26480	0	0	0	25	26455	99.91
<i>Exhausting</i>	26540	0	0	0	25	26515	99.91
<i>Seaming</i>	27222	0	0	79	25	27118	<b>99.62</b>
<i>Sterilization</i>	17650	0	0	0	25	17625	99.86
<i>Can Drying</i>	6783	0	0	0	25	6758	99.63

**Tabel: Availability Efficiency Bulan Maret 2017**

Mesin	Total waktu kerja/ Tt (menit)	Schedule shutdown/ A (menit)	Planned downtime/ B (menit)	Downtime/ C (menit)	Setup and adjustment/ D (menit)	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Aeff (%)
Washing	23924	0	0	0	45	23879	99.81
Trimming	14266	0	0	0	0	14266	100
Blanching	14625	0	0	0	45	14580	99.69
Cooling	21400	0	0	0	45	21355	99.79
Sortasi	27500	0	0	0	45	27455	99.84
Grading	27500	0	0	0	45	27455	99.84
Sortasi	27500	0	0	0	45	27455	99.84
Slicing	19350	0	0	0	45	19305	99.77
Shaking	13180	0	0	0	45	13135	99.66
Filling	27730	0	0	0	45	27685	99.84
Brine Filling	28520	0	0	0	45	28475	99.84
Exhausting	27780	0	0	0	45	27735	99.84
Seaming	28813	0	0	170	45	28598	<b>99.25</b>
Sterilization	18450	0	0	0	45	18405	99.76
Can Drying	7060	0	0	0	45	7015	99.36

**Tabel: Availability Efficiency Akumulasi Bulan Januari - Maret 2017**

Mesin	Total waktu kerja/ Tt (menit)	Schedule shutdown/ A (menit)	Planned downtime/ B (menit)	Downtime/ C (menit)	Setup and adjustment/ D (menit)	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Aeff (%)
Washing	67448	0	0	0	45	67403	99.93
Trimming	40494	0	0	0	0	40494	100
Blanching	41474	0	0	0	45	41429	99.89
Cooling	59618	0	0	0	45	59573	99.92
Sortasi	76150	0	0	0	45	76105	99.94
Grading	76150	0	0	0	45	76105	99.94
Sortasi	76150	0	0	0	45	76105	99.94
Slicing	54459	0	0	0	70	54389	99.87
Shaking	36493	0	0	0	70	36423	99.81
Filling	73270	0	0	0	70	73200	99.90
Brine Filling	74285	0	0	0	100	74185	99.87
Exhausting	73660	0	0	0	100	73560	99.86
Seaming	75940	0	0	301.92	100	75538	<b>99.47</b>
Sterilization	47730	0	0	0	100	47630	99.79
Can Drying	18493	0	0	0	100	18393	99.46

## ***Performance Efficiency (Peff)***

**Tabel: Performance Efficiency Bulan Januari 2017**

Mesin	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Standby time/ E (menit)	Tp= Tu-E	Actual processing amount/ Pa	Tact (menit /Kg)	Tth (menit /Kg)	Peff( %)
<i>Washing</i>	20520	120	20400	329857.42	0.062	0.056	90.55
<i>Trimming</i>	12338	0	12338	327218.56	0.038	0.035	92.82
<i>Blanching</i>	12549	240	12309	222508.62	0.055	0.050	90.38
<i>Cooling</i>	17568	120	17448	229183.88	0.076	0.075	98.51
<i>Sortasi</i>	23400	120	23280	228725.51	0.102	0.095	93.34
<i>Grading</i>	23400	120	23280	228725.51	0.102	0.095	93.34
<i>Sortasi</i>	23400	120	23280	228268.06	0.102	0.095	93.15
<i>Slicing</i>	16359	120	16239	227581.89	0.071	0.065	91.09
<i>Shaking</i>	11013	120	10893	216202.79	0.050	0.048	95.27
<i>Filling</i>	18610	120	18490	831090	0.022	0.021	94.39
<i>Brine Filling</i>	19255	150	19105	831090	0.023	0.021	91.35
<i>Exhausting</i>	19310	150	19160	831090	0.023	0.021	91.09
<i>Seaming</i>	19822	270	19552	831090	0.024	0.018	<b>76.51</b>
<i>Sterilization</i>	11600	270	11330	831042	0.014	0.013	97.55
<i>Can Drying</i>	4620	150	4470	831004	0.005	0.005	92.95

**Tabel: Performance Efficiency Bulan Februari 2017**

Mesin	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Standby time/ E (menit)	Tp= Tu-E	Actual processing amount/ Pa	Tact (menit /Kg)	Tth (menit /Kg)	Peff( %)
<i>Washing</i>	23004	115	22889	376233.66	0.061	0.056	92.05
<i>Trimming</i>	13890	0	13890	373223.79	0.037	0.035	94.04
<i>Blanching</i>	14300	230	14070	253792.18	0.055	0.050	90.19
<i>Cooling</i>	20650	115	20535	261405.94	0.079	0.075	95.47
<i>Sortasi</i>	25250	115	25135	260883.13	0.096	0.095	98.60
<i>Grading</i>	25250	115	25135	260883.13	0.096	0.095	98.60
<i>Sortasi</i>	25250	115	25135	260361.36	0.097	0.095	98.41
<i>Slicing</i>	18725	140	18585	259578.71	0.072	0.065	90.79
<i>Shaking</i>	12275	140	12135	246599.78	0.049	0.048	97.54
<i>Filling</i>	26905	140	26765	1200326	0.022	0.021	94.18
<i>Brine Filling</i>	26455	140	26315	1200259	0.022	0.021	95.78
<i>Exhausting</i>	26515	140	26375	1200253	0.022	0.021	95.57
<i>Seaming</i>	27118	255	26863	1200240	0.022	0.018	<b>80.42</b>
<i>Sterilization</i>	17625	255	17370	1200094	0.014	0.013	91.89
<i>Can Drying</i>	6758	140	6618	1200015	0.006	0.005	90.66

**Tabel: Performance Efficiency Bulan Maret 2017**

Mesin	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Standby time/ E (menit)	Tp= Tu-E	Actual processing amount/ Pa	Tact (menit/ Kg)	Tth (menit /Kg)	Peff (%)
<i>Washing</i>	23879	170	23709	384630.02	0.062	0.056	90.85
<i>Trimming</i>	14266	0	14266	381552.98	0.037	0.035	93.61
<i>Blanching</i>	14580	300	14280	259456.03	0.055	0.050	90.85
<i>Cooling</i>	21355	170	21185	267239.71	0.079	0.075	94.61
<i>Sortasi</i>	27455	170	27285	266705.23	0.102	0.095	92.86
<i>Grading</i>	27455	170	27285	266705.23	0.102	0.095	92.86
<i>Sortasi</i>	27455	170	27285	266171.82	0.103	0.095	92.67
<i>Slicing</i>	19305	155	19150	265371.7	0.072	0.065	90.07
<i>Shaking</i>	13135	170	12965	252103.12	0.051	0.048	93.34
<i>Filling</i>	27685	170	27515	1236808	0.022	0.021	94.40
<i>Brine Filling</i>	28475	275	28200	1236724	0.022	0.021	92.10
<i>Exhausting</i>	27735	275	27460	1236710	0.022	0.021	94.58
<i>Seaming</i>	28598	275	28323	1236659	0.023	0.018	<b>78.59</b>
<i>Sterilization</i>	18405	275	18130	1236364	0.015	0.013	90.70
<i>Can Drying</i>	7015	155	6860	1236264	0.006	0.005	90.11

**Tabel: Performance Efficiency Akumulasi Bulan Januari - Maret 2017**

Mesin	Total waktu operasi/ Tu (menit)	Standby time/ E (menit)	Tp= Tu-E	Actual processing amount/ Pa	Tact (menit/ Kg)	Tth (menit /Kg)	Peff (%)
<i>Washing</i>	67403	405	66998	1090721.10	0.061	0.056	91.17
<i>Trimming</i>	40494	0	40494	1081995.33	0.037	0.035	93.52
<i>Blanching</i>	41429	770	40659	735756.83	0.055	0.050	90.48
<i>Cooling</i>	59573	405	59168	757829.53	0.078	0.075	96.06
<i>Sortasi</i>	76105	405	75700	756313.87	0.100	0.095	94.91
<i>Grading</i>	76105	405	75700	756313.87	0.100	0.095	94.91
<i>Sortasi</i>	76105	405	75700	754801.24	0.100	0.095	94.72
<i>Slicing</i>	54389	415	53974	752532.30	0.072	0.065	90.63
<i>Shaking</i>	36423	430	35993	714905.69	0.050	0.048	95.34
<i>Filling</i>	73200	430	72770	3268224	0.022	0.021	94.31
<i>Brine Filling</i>	74185	565	73620	3268073	0.023	0.021	93.22
<i>Exhausting</i>	73560	565	72995	3268053	0.022	0.021	94.02
<i>Seaming</i>	75538	800	74738	3267989	0.023	0.018	<b>78.71</b>
<i>Sterilization</i>	47630	800	46830	3267500	0.014	0.013	92.80
<i>Can Drying</i>	18393	445	17948	3267283	0.005	0.005	91.02

## Quality Efficiency (Qeff)

**Tabel: Quality Efficiency Bulan Januari 2017**

Mesin	Actual processing amount/ Pa	Defect amount/Pd	Product good / Pg	Qeff(%)
<i>Washing</i>	329857.42	1641.08	328216.34	99.50
<i>Trimming</i>	327218.56	2638.86	324579.70	99.19
<i>Blanching</i>	222508.62	0.00	222508.62	100
<i>Cooling</i>	229183.88	0.00	229183.88	100
<i>Sortasi</i>	228725.51	458.37	228267.14	99.80
<i>Grading</i>	228725.51	0.00	228725.51	100
<i>Sortasi</i>	228268.06	457.45	227810.61	99.80
<i>Slicing</i>	227581.89	1143.63	226438.26	99.50
<i>Shaking</i>	216202.79	11379.09	204823.70	<b>94.74</b>
<i>Filling</i>	831090	0	831090	100
<i>Brine Filling</i>	831090	0	831090	100
<i>Exhausting</i>	831090	0	831090	100
<i>Seaming</i>	831090	48	831042	99.99
<i>Sterilization</i>	831042	38	831004	100
<i>Can Drying</i>	831004	92	830912	99.99

**Tabel: Quality Efficiency Bulan Februari 2017**

Mesin	Actual processing amount/ Pa	Defect amount/Pd	Product good / Pg	Qeff(%)
<i>Washing</i>	376233.66	1871.81	374361.85	99.50
<i>Trimming</i>	373223.79	3009.87	370213.92	99.19
<i>Blanching</i>	253792.18	0.00	253792.18	100
<i>Cooling</i>	261405.94	0.00	261405.94	100
<i>Sortasi</i>	260883.13	522.81	260360.32	99.80
<i>Grading</i>	260883.13	0.00	259839.59	99.60
<i>Sortasi</i>	260361.36	521.77	258274.29	99.20
<i>Slicing</i>	259578.71	1304.42	233620.84	<b>90.00</b>
<i>Shaking</i>	246599.78	12978.94	233620.84	94.74
<i>Filling</i>	1200326	67	1200259	99.99
<i>Brine Filling</i>	1200259	6	1200253	100
<i>Exhausting</i>	1200253	13	1200240	100
<i>Seaming</i>	1200240	146	1200094	99.99
<i>Sterilization</i>	1200094	79	1200015	99.99
<i>Can Drying</i>	1200015	131	1199884	99.99

**Tabel: Quality Efficiency Bulan Maret 2017**

Mesin	<i>Actual processing amount/ Pa</i>	<i>Defect amount/ Pd</i>	<i>Product good / Pg</i>	Qeff(%)
<i>Washing</i>	384630.02	1913.58	382716.44	99.50
<i>Trimming</i>	381552.98	3077.04	378475.94	99.19
<i>Blanching</i>	259456.03	0	259456.03	100
<i>Cooling</i>	267239.71	0	267239.71	100
<i>Sortasi</i>	266705.23	534.48	266170.75	99.80
<i>Grading</i>	266705.23	0	266705.23	100
<i>Sortasi</i>	266171.82	533.41	265638.41	99.80
<i>Slicing</i>	265371.7	1333.53	264038.17	99.50
<i>Shaking</i>	252103.12	13268.59	238834.53	<b>94.74</b>
<i>Filling</i>	1236808	84	1236724	99.99
<i>Brine Filling</i>	1236724	14	1236710	100
<i>Exhausting</i>	1236710	51	1236659	100
<i>Seaming</i>	1236659	295	1236364	99.98
<i>Sterilization</i>	1236364	100	1236264	99.99
<i>Can Drying</i>	1236264	209	1236055	99.98

**Tabel: Quality Efficiency Akumulasi Bulan Januari - Maret 2017**

Mesin	<i>Actual processing amount/ Pa</i>	<i>Defect amount/ Pd</i>	<i>Product good / Pg</i>	Qeff(%)
<i>Washing</i>	1090721.10	5426.47	1085294.63	99.50
<i>Trimming</i>	1081995.33	8725.77	1073269.56	99.19
<i>Blanching</i>	735756.83	0	735756.83	100
<i>Cooling</i>	757829.53	0	757829.53	100
<i>Sortasi</i>	756313.87	1515.66	754798.21	99.80
<i>Grading</i>	756313.87	0	756313.87	100
<i>Sortasi</i>	754801.24	1512.63	753288.61	99.80
<i>Slicing</i>	752532.30	3781.57	748750.73	99.50
<i>Shaking</i>	714905.69	37626.62	677279.07	<b>94.74</b>
<i>Filling</i>	3268224	151	3268073	100
<i>Brine Filling</i>	3268073	20	3268053	100
<i>Exhausting</i>	3268053	64	3267989	100
<i>Seaming</i>	3267989	489	3267500	99.99
<i>Sterilization</i>	3267500	217	3267283	99.99
<i>Can Drying</i>	3267283	432	3266851	99.99



## ***Throughput Equipment Effectiveness (TEE)***

**Tabel:** TEE Mesin Bulan Januari 2017

Mesin	Aeff (%)	Peff (%)	Qeff (%)	TEE (%)
<i>Washing</i>	100	90.55	99.5	90.10
<i>Trimming</i>	100	92.82	99.19	92.07
<i>Blanching</i>	100	90.39	100	90.39
<i>Cooling</i>	100	98.51	100	98.51
<i>Sortasi</i>	100	93.34	99.8	93.15
<i>Grading</i>	100	93.34	100	93.34
<i>Sortasi</i>	100	93.15	99.8	92.96
<i>Slicing</i>	100	91.1	99.5	90.64
<i>Shaking</i>	100	95.27	94.74	90.25
<i>Filling</i>	100	94.39	100	94.39
<i>Brine Filling</i>	99.84	91.35	100	91.21
<i>Exhausting</i>	99.84	91.09	100	90.95
<i>Seaming</i>	99.58	76.51	99.99	<b>76.19</b>
<i>Sterilization</i>	99.74	97.55	100	97.30
<i>Can Drying</i>	99.35	92.95	99.99	92.34

**Tabel:** TEE Mesin Bulan Februari 2017

Mesin	Aeff (%)	Peff (%)	Qeff (%)	TEE (%)
<i>Washing</i>	100	92.05	99.5	91.59
<i>Trimming</i>	100	94.04	99.19	93.29
<i>Blanching</i>	100	90.19	100	90.19
<i>Cooling</i>	100	95.47	100	95.47
<i>Sortasi</i>	100	98.6	99.8	98.41
<i>Grading</i>	100	98.6	99.6	98.21
<i>Sortasi</i>	100	98.41	99.2	97.62
<i>Slicing</i>	99.87	90.79	90	81.60
<i>Shaking</i>	99.8	97.54	94.74	92.22
<i>Filling</i>	99.91	94.18	99.99	94.09
<i>Brine Filling</i>	99.91	95.78	100	95.69
<i>Exhausting</i>	99.91	95.57	100	95.47
<i>Seaming</i>	99.62	80.42	99.99	<b>80.11</b>
<i>Sterilization</i>	99.86	91.89	99.99	91.75
<i>Can Drying</i>	99.63	90.66	99.99	90.32

**Tabel: TEE Mesin Bulan Maret 2017**

Mesin	Aeff (%)	Peff (%)	Qeff (%)	TEE (%)
<i>Washing</i>	99.81	90.85	99.50	90.23
<i>Trimming</i>	100	93.61	99.19	92.85
<i>Blanching</i>	99.69	90.85	100	90.57
<i>Cooling</i>	99.79	94.61	100	94.41
<i>Sortasi</i>	99.84	92.86	99.8	92.52
<i>Grading</i>	99.84	92.86	100	92.71
<i>Sortasi</i>	99.84	92.67	99.8	92.34
<i>Slicing</i>	99.77	90.07	99.5	89.41
<i>Shaking</i>	99.66	93.34	94.74	88.12
<i>Filling</i>	99.84	94.40	99.99	94.24
<i>Brine Filling</i>	99.84	92.10	100	91.95
<i>Exhausting</i>	99.84	94.58	100	94.42
<i>Seaming</i>	99.25	78.59	99.98	77.99
<i>Sterilization</i>	99.76	90.70	99.99	90.47
<i>Can Drying</i>	99.36	90.11	99.98	89.52

**Tabel: TEE Mesin Akumulasi Bulan Januari - Maret 2017**

Mesin	Aeff (%)	Peff (%)	Qeff (%)	TEE (%)
<i>Washing</i>	99.93	91.17	99.50	90.65
<i>Trimming</i>	100	93.52	99.19	92.76
<i>Blanching</i>	99.89	90.48	100	90.38
<i>Cooling</i>	99.92	96.06	100	95.99
<i>Sortasi</i>	99.94	94.91	99.8	94.67
<i>Grading</i>	99.94	94.91	100	94.86
<i>Sortasi</i>	99.94	94.72	99.80	94.48
<i>Slicing</i>	99.87	90.63	99.50	90.06
<i>Shaking</i>	99.81	95.34	94.74	90.15
<i>Filling</i>	99.90	94.31	100	94.22
<i>Brine Filling</i>	99.87	93.22	100	93.10
<i>Exhausting</i>	99.86	94.02	100	93.89
<i>Seaming</i>	99.47	78.71	99.99	<b>78.28</b>
<i>Sterilization</i>	99.79	92.80	99.99	92.60
<i>Can Drying</i>	99.46	91.02	99.99	90.52

## Lampiran 4

### Perhitungan OTE periode Januari 2017

$$\begin{aligned}
 \text{OTE series} &= \frac{\min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{R_{th(i)}\}} \\
 &= \frac{\min\left\{\min\left\{\begin{array}{l} 0.149808, 0.246934, 0.1697, 0.123296, 0.092227, 0.092415, \\ 0.092224, 0.132085, 0.187983, 0.449386, \\ 0.434246, 0.433099, 0.423235, 0.73150 \end{array}\right\}, 1.8468\right\}}{\min\left\{\begin{array}{l} 0.178571, 0.285714, 0.2, 0.13333, 0.105263, 0.105263, \\ 0.105263, 0.153846, 0.208333, 0.476191, \\ 0.476191, 0.476191, 0.555556, 0.75188, 2 \end{array}\right\}} \\
 &= \frac{0.092224}{0.105263} \\
 &= 0.8761
 \end{aligned}$$

### Perhitungan OTE periode Februari 2017

$$\begin{aligned}
 \text{OTE series} &= \frac{\min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{R_{th(i)}\}} \\
 &= \frac{\min\left\{\min\left\{\begin{array}{l} 0.136343, 0.224012, 0.151598, 0.106982, 0.087235, 0.087407, \\ 0.089, 0.118888, 0.192048, 0.447913, \\ 0.45553, 0.454483, 0.44496, 0.689781 \end{array}\right\}, 1.8064\right\}}{\min\left\{\begin{array}{l} 0.178571, 0.285714, 0.2, 0.13333, 0.105263, 0.105263, \\ 0.105263, 0.153846, 0.208333, 0.476191, \\ 0.476191, 0.476191, 0.555556, 0.75188, 2 \end{array}\right\}} \\
 &= \frac{0.087235}{0.105263} \\
 &= 0.828729
 \end{aligned}$$

### Perhitungan OTE periode Maret 2017

$$\begin{aligned}
 \text{OTE series} &= \frac{\min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{R_{th(i)}\}} \\
 &= \frac{\min\left\{\min\left\{\begin{array}{l} 0.149964, 0.248926, 0.16997, 0.118117, 0.091567, 0.091755, \\ 0.091572, 0.13024, 0.183473, 0.448538, \\ 0.437638, 0.449394, 0.433148, 0.68009 \end{array}\right\}, 1.7904\right\}}{\min\left\{\begin{array}{l} 0.178571, 0.285714, 0.2, 0.13333, 0.105263, 0.105263, \\ 0.105263, 0.153846, 0.208333, 0.476191, \\ 0.476191, 0.476191, 0.555556, 0.75188, 2 \end{array}\right\}} \\
 &= \frac{0.091567}{0.105263} \\
 &= 0.869885
 \end{aligned}$$

### Perhitungan OTE akumulasi Januari – Maret 2017

$$\begin{aligned}
 \text{OTE series} &= \frac{\min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{R_{th(i)}\}} \\
 &= \frac{\min\left\{\min\left\{\begin{array}{l} 0.150691, 0.248726, 0.169636, 0.120105, 0.093703, 0.093892, \\ 0.093704, 0.1312, 0.187727, 0.448499, \\ 0.443148, 0.446937, 0.434793, 0.696136 \end{array}\right\}, 1.810347\right\}}{\min\left\{\begin{array}{l} 0.178571, 0.285714, 0.2, 0.13333, 0.105263, 0.105263, \\ 0.105263, 0.153846, 0.208333, 0.476191, \\ 0.476191, 0.476191, 0.555556, 0.75188, 2 \end{array}\right\}} \\
 &= \frac{0.093703}{0.105263} \\
 &= 0.890183
 \end{aligned}$$

**Tabel: OTE Periode Januari 2017**

Mesin	TEE	Qeff	Rth kuintal/ menit	TEE x Rth	$TEE(i) \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	OTE(%)
<i>Washing</i>	0.901	0.995	0.179		0.149	
<i>Trimming</i>	0.920	0.992	0.286		0.247	
<i>Blanching</i>	0.904	1	0.200		0.169	
<i>Cooling</i>	0.985	1	0.133		0.123	
<i>Sortasi</i>	0.932	0.998	0.105		0.092	
<i>Grading</i>	0.933	1	0.105		0.092	
<i>Sortasi</i>	0.929	0.998	0.105		0.092	
<i>Slicing</i>	0.906	0.995	0.154		0.132	<b>87.61</b>
<i>Shaking</i>	0.903	0.947	0.208		0.188	
<i>Filling</i>	0.944	1	0.476		0.449	
<i>Brine Filling</i>	0.912	1	0.476		0.434	
<i>Exhausting</i>	0.910	1	0.476		0.433	
<i>Seaming</i>	0.762	0.999	0.556		0.423	
<i>Sterilization</i>	0.973	1	0.752		0.732	
<i>Can Drying</i>	0.923	0.999	2	1.847		

**Tabel: OTE Periode Februari 2017**

Mesin	TEE	Qeff	Rth kuintal/ menit	TEE x Rth	$TEE(i) \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}$	OTE(%)
<i>Washing</i>	0.916	0.995	0.179		0.136	
<i>Trimming</i>	0.933	0.992	0.286		0.224	
<i>Blanching</i>	0.902	1	0.200		0.152	
<i>Cooling</i>	0.955	1	0.133		0.107	
<i>Sortasi</i>	0.984	0.998	0.105		0.087	
<i>Grading</i>	0.982	0.996	0.105		0.087	
<i>Sortasi</i>	0.992	0.992	0.105		0.089	
<i>Slicing</i>	0.816	0.9	0.154		0.119	<b>82.87</b>
<i>Shaking</i>	0.922	0.947	0.208		0.192	
<i>Filling</i>	0.941	0.999	0.476		0.448	
<i>Brine Filling</i>	0.957	1	0.476		0.456	
<i>Exhausting</i>	0.955	1	0.476		0.454	
<i>Seaming</i>	0.801	0.999	0.556		0.445	
<i>Sterilization</i>	0.918	0.999	0.752		0.689	
<i>Can Drying</i>	0.903	0.999	2	1.806		

**Tabel: OTE Periode Maret 2017**

Mesin	TEE	Qeff	Rth kuintal/ menit	TEE x Rth	$\frac{TEE(i) \times R_{th(i)}}{\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}}$	OTE(%)
<i>Washing</i>	0.902	0.995	0.179		0.149	
<i>Trimming</i>	0.929	0.991	0.286		0.249	
<i>Blanching</i>	0.906	1	0.200		0.169	
<i>Cooling</i>	0.944	1	0.133		0.118	
<i>Sortasi</i>	0.925	0.998	0.105		0.092	
<i>Grading</i>	0.927	1	0.105		0.092	
<i>Sortasi</i>	0.923	0.998	0.105		0.092	
<i>Slicing</i>	0.894	0.995	0.154		0.130	<b>86.99</b>
<i>Shaking</i>	0.881	0.947	0.208		0.183	
<i>Filling</i>	0.942	0.999	0.476		0.449	
<i>Brine Filling</i>	0.919	1	0.476		0.438	
<i>Exhausting</i>	0.944	1	0.476		0.449	
<i>Seaming</i>	0.779	0.999	0.556		0.433	
<i>Sterilization</i>	0.905	0.999	0.752		0.680	
<i>Can Drying</i>	0.895	0.999	2	1.790		

**Tabel: OTE Periode Januari-Maret 2017**

Mesin	TEE	Qeff	Rth kuintal/ menit	TEE x Rth	$\frac{TEE(i) \times R_{th(i)}}{\prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}}$	OTE(%)
<i>Washing</i>	0.907	0.995	0.179		0.151	
<i>Trimming</i>	0.928	0.992	0.286		0.249	
<i>Blanching</i>	0.904	1	0.200		0.169	
<i>Cooling</i>	0.959	1	0.133		0.120	
<i>Sortasi</i>	0.947	0.998	0.105		0.094	
<i>Grading</i>	0.949	1	0.105		0.094	
<i>Sortasi</i>	0.945	0.998	0.105		0.094	
<i>Slicing</i>	0.901	0.995	0.154		0.131	<b>89.01</b>
<i>Shaking</i>	0.902	0.947	0.208		0.188	
<i>Filling</i>	0.942	1	0.476		0.448	
<i>Brine Filling</i>	0.931	1	0.476		0.443	
<i>Exhausting</i>	0.939	1	0.476		0.447	
<i>Seaming</i>	0.783	0.999	0.556		0.435	
<i>Sterilization</i>	0.926	0.999	0.752		0.696	
<i>Can Drying</i>	0.905	0.999	2	1.810		



## Lampiran 5

### **Bottleneck Indicator Periode Januari 2017**

$$\begin{aligned}
 \text{BI Series} &= \min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\} \\
 &= \min\left\{\begin{array}{l} 0.149808, 0.246934, 0.1697, 0.123296, 0.092227, 0.092415, \\ 0.092224, 0.132085, 0.187983, 0.449386, \\ 0.434246, 0.433099, 0.423235, 0.73150 \end{array}\right\} 1.8468\} \\
 &= 0.092224
 \end{aligned}$$

### **Bottleneck Indicator Periode Februari 2017**

$$\begin{aligned}
 \text{BI Series} &= \min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\} \\
 &= \min\left\{\begin{array}{l} 0.136343, 0.224012, 0.151598, 0.106982, 0.087235, 0.087407, \\ 0.089, 0.118888, 0.192048, 0.447913, \\ 0.45553, 0.454483, 0.44496, 0.689781 \end{array}\right\} 1.8064\} \\
 &= 0.087235
 \end{aligned}$$

### **Bottleneck Indicator Periode Maret 2017**

$$\begin{aligned}
 \text{BI Series} &= \min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\} \\
 &= \min\left\{\begin{array}{l} 0.149964, 0.248926, 0.16997, 0.118117, 0.091567, 0.091755, \\ 0.091572, 0.13024, 0.183473, 0.448538, \\ 0.437638, 0.449394, 0.433148, 0.68009 \end{array}\right\} 1.7904\} \\
 &= 0.091567
 \end{aligned}$$

### **Bottleneck Indicator Akumulasi Januari - Maret 2017**

$$\begin{aligned}
 \text{BI Series} &= \min\{\min_{i=1,2,\dots,n-1}\{TEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\}, TEE_{(n)} \times R_{th(n)}\} \\
 &= \min\left\{\begin{array}{l} 0.150691, 0.248726, 0.169636, 0.120105, 0.093703, 0.093892, \\ 0.093704, 0.1312, 0.187727, 0.448499, \\ 0.443148, 0.446937, 0.434793, 0.696136 \end{array}\right\} 1.810347\} \\
 &= 0.093703
 \end{aligned}$$





## Lampiran 6

### Perhitungan *Six Big Losses*

Pada penelitian ini, *six big losses* akan dijelaskan berdasarkan pengelompokkan sebagai berikut:

#### 1. *Downtime Losses*

*Downtime losses* terdiri dari 2 macam yaitu *breakdown* dan *setup and adjustment*. Adapun perhitungannya menggunakan **persamaan (2.6)** dan **persamaan (2.7)**. Berikut merupakan hasil perhitungan *downtime losses* yang di tabulasikan pada tabel berikut:

**Tabel Data *Downtime Losses* Bulan Januari 2017 – Maret 2017**

Mesin	<i>Downtime Losses</i>					
	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Breakdown Losses</i> (%)	<i>Setup Time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Setup and Adjustment Losses</i> (%)
<i>Washing</i>	0	67403	0.00	45	67403	0.07
<i>Trimming</i>	0	40494	0.00	0	40494	0.00
<i>Blanching</i>	0	41429	0.00	45	41429	0.11
<i>Cooling</i>	0	59573	0.00	45	59573	0.08
<i>Sortasi</i>	0	76105	0.00	45	76105	0.06
<i>Grading</i>	0	76105	0.00	45	76105	0.06
<i>Sortasi</i>	0	76105	0.00	45	76105	0.06
<i>Slicing</i>	0	54389	0.00	70	54389	0.13
<i>Shaking</i>	0	36423	0.00	70	36423	0.19
<i>Filling</i>	0	73200	0.00	70	73200	0.10
<i>Brine</i>	0	74185	0.00	100	74185	0.13
<i>Filling</i>	0	73560	0.00	100	73560	0.14
<i>Exhausting</i>	0	73560	0.00	100	73560	0.14
<i>Seaming</i>	301.75	75538	0.40	100	75538	0.13
<i>Sterilization</i>	0	47630	0.00	100	47630	0.21
<i>Can Drying</i>	0	18393	0.00	100	18393	0.54

#### 2. *Speed Losses*

*Speed losses* terdiri dari 2 macam yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *reduce speed losses*. Adapun perhitungannya menggunakan **persamaan (2.8)** dan **persamaan (2.9)**. Berikut merupakan hasil perhitungan *speed losses* yang di tabulasikan pada tabel berikut:

**Tabel Data Speed Losses Bulan Januari 2017 – Maret 2017**

Mesin	Speed Losses					
	Non-Productive Time (menit)	Loading Time (menit)	Idling Minor and Stoppage Losses (%)	Reduced Time (menit)	Loading Time (menit)	Reduced Speed Losses (%)
Washing	405	67403	0.60	447.296	67403	0.66
Trimming	0	40494	0.00	0	40494	0.00
Blanching	770	41429	1.86	799.852	41429	1.93
Cooling	405	59573	0.68	446.941	59573	0.75
Sortasi	405	76105	0.53	447.605	76105	0.59
Grading	405	76105	0.53	447.605	76105	0.59
Sortasi	405	76105	0.53	447.605	76105	0.59
Slicing	415	54389	0.76	481.299	54389	0.88
Shaking	430	36423	1.18	494.097	36423	1.36
Filling	430	73200	0.59	497.063	73200	0.68
Brine Filling	565	74185	0.76	659.935	74185	0.89
Exhausting	565	73560	0.77	659.892	73560	0.90
Seaming	800	75538	1.06	1189.023	75538	1.57
Sterilization	800	47630	1.68	884.883	47630	1.86
Can Drying	445	18393	2.42	531.814	18393	2.89

### 3. Quality Losses

*Quality losses* terdiri dari 2 macam yaitu *defect in process* dan *reduce yield losses*. Adapun perhitungannya menggunakan **persamaan (2.10)** dan **persamaan (2.11)**. Berikut merupakan hasil perhitungan *quality losses* yang di tabulasikan pada **Tabel 4.10**

**Tabel 4.10** Data *Quality Losses* Bulan Januari 2017 – Maret 2017

Mesin	<i>Quality Losses</i>					
	<i>Defect</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Defect Losses (%)</i>	<i>Reject</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Reduce Yield Losses (%)</i>
<i>Washing</i>	0	67403	0.000	331.098	67403	0.49
<i>Trimming</i>	0	40494	0.000	326.565	40494	0.81
<i>Blanching</i>	0	41429	0.000	0	41429	0.00
<i>Cooling</i>	0	59573	0.000	0	59573	0.00
<i>Sortasi</i>	0	76105	0.000	150.807	76105	0.20
<i>Grading</i>	0	76105	0.000	0	76105	0.00
<i>Sortasi</i>	0	76105	0.000	150.807	76105	0.20
<i>Slicing</i>	268.808	54389	0.490	0	54389	0.00
<i>Shaking</i>	1868.364	36423	5.130	0	36423	0.00
<i>Filling</i>	3.339	73200	0.005	0	73200	0.00
<i>Brine Filling</i>	0.446	74185	0.001	0	74185	0.00
<i>Exhausting</i>	1.416	73560	0.002	0	73560	0.00
<i>Seaming</i>	11.005	75538	0.015	0	75538	0.00
<i>Sterilization</i>	3.051	47630	0.006	0	47630	0.00
<i>Can Drying</i>	2.303	18393	0.013	0	18393	0.00



## Lampiran 7



### Kuesioner Penelitian

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
Jalan Veteran Malang 65145 Telp (0341) 551611**

Dengan hormat,

Saya Siti Maisyaroh mahasiswi program sarjana jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, sedang melakukan penelitian dengan judul **“Pengukuran Performansi Sistem Produksi Pengalengan Jamur Kancing Menggunakan Metode *Overall Troughput Effectiveness* (OTE)”** yang digunakan sebagai dasar penyusunan skripsi. Saya memohon Bapak/Ibu/Saudara untuk berkenan mengisi kuesioner sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Hasil jawaban kuesioner semata-mata hanya akan digunakan untuk kepentingan penyusunan skripsi. Saya ucapkan terima kasih atas ketersediaan dan kerjasamanya.

#### A. Data Identitas Responden

1. Nama : .....
2. Alamat : .....
3. Jabatan Pekerjaan : .....
4. Email/No. Telp : .....
5. Lama Kerja : .....

#### B. Kuesioner Penelitian Penentuan nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection*

Kuesioner yang diberikan guna untuk memberikan penilaian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* dari modus potensi kegagalan selama proses produksi jamur kancing kaleng. Pengisian kuesioner ini dengan menggunakan angka pada tempat yang tersedia sesuai dengan pendapat anda berdasarkan kondisi yang sebenarnya. Skala penilaian yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 1**. Untuk nilai *severity*, **Tabel 2**. Untuk nilai *occurance* dan **Tabel 3**. Untuk nilai *detection*.

**Tabel 1.** Skala penilaian nilai *severity*

Nilai	Akibat/effect	Kriteria verbal
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apa-apa, tidak memerlukan penyesuaian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya dapat diketahui oleh operator yang berpengalaman
3	Akibat ringan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya ada sedikit gangguan. Akibat diketahui oleh rata-rata operator
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dengan aman, namun terdapat gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua operator
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi normal, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas karena tingkat kinerja berkurang
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetap menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin
7	Akibat major	Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas
8	Akibat ekstream	Mesin tidak dapat beroperasi dan telah kehilangan fungsi utamanya
9	Akibat serius	Mesin gagal operasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba-tiba, dan hal ini bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja

**Tabel 2.** Skala penilaian nilai *occurrence*

Nilai	Kejadian	Kriteria verbal	Tingkat kegagalan	kejadian
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi	Lebih dari 10.000 jam operasi mesin	
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi	Lebih dari 10.000 jam operasi mesin	
3	Sangat sedikit	Kerusakan yang terjadi sangat sedikit	3.001-6.000 operasi mesin	jam
4	Sedikit	Kerusakan yang terjadi sedikit	2.001-3.000 operasi mesin	jam
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi	1.001-2.000	jam

		pada tingkat rendah	operasi mesin
6	Medium	Kerusakan yang terjadi pada tingkat medium	401-1.000 jam operasi mesin
7	Agak tinggi	Kerusakan yang terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi mesin
8	Tinggi	Kerusakan yang terjadi tinggi	10-100 jam operasi mesin
9	Sangat tinggi	Kerusakan yang terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi mesin
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari 2 jam operasi mesin

**Tabel 3.** Skala penilaian nilai *detection*

Nilai	Akibat	Kriteria verbal
1	Hampir pasti	Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Moderately high	Perawatan preventif memiliki kemungkinan "moderately high" untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	Moderate	Perawatan preventif memiliki kemungkinan "moderate" untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Remote	Perawatan preventif memiliki kemungkinan "remote" untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Very remote	Perawatan preventif memiliki kemungkinan "very remote" untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
10	Tidak pasti	Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

Contoh pengisian kuisisioner

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Occurance					√					
Severity						√				
Detection				√						

Penjelasan : pengisian kuesioner di atas dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom sesuai dengan keadaan yang sebenarnya



**Kuesioner Penentuan Nilai *Severity*, *Occurrence* dan *Detection* dari  
Modus  
Potensi Kegagalan pada FMEA**

1. Permasalahan pada proses *washing*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

2. Permasalahan pada proses *trimming*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

3. Permasalahan pada proses *blanching*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

4. Permasalahan pada proses *cooling*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

5. Permasalahan pada proses *sortasi*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

6. Permasalahan pada proses *grading*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

7. Permasalahan pada proses *sortasi*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

8. Permasalahan pada proses *slicing*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

9. Permasalahan pada proses *shaking*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

10. Permasalahan pada proses *filling*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

11. Permasalahan pada proses *brine filling*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

12. Permasalahan pada proses *exhausting*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

13. Permasalahan pada proses *seaming*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

14. Permasalahan pada proses *sterilization*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										

15. *Can drying*

Skala	Nilai									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Occurance</i>										
<i>Severity</i>										
<i>Detection</i>										



## Lampiran 8

Perhitungan probabilitas dan *minimal cut set* dari mesin *slicing*, *exhausting* dan mesin *seaming* sebagai berikut:

1. Perhitungan probabilitas *top event* mesin *slicing*

$$\begin{aligned}P(T) &= P1 \cup P2 \cup P3 \\&= P1 + P2 + P3 - (P1 \times P2) - (P1 \times P3) - (P2 \times P3) \\&\quad + (P1 \times P2 \times P3) \\&= 0.027 + 0.068 + 0.014 - (1.8 \times 10^{-3}) - (3.8 \times 10^{-4}) \\&\quad (9.5 \times 10^{-4}) + (2.6 \times 10^{-5}) \\&= 1.06 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

2. Perhitungan probabilitas *top event* mesin *exhausting*

$$\begin{aligned}P(T) &= P1 \cup P2 \\&= P1 + P2 - (P1 \times P2) \\&= 0.055 + 0.178 - (9.76 \times 10^{-3}) \\&= 2.23 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

3. Perhitungan probabilitas *top event* mesin *seaming*

$$\begin{aligned}P(T) &= P1 \cup P2 \cup P3 \cup P4 \\&= P1 + P2 + P3 + P4 - (P1 \times P2) - (P1 \times P3) - (P1 \times P4) \\&\quad - (P2 \times P3) - (P2 \times P4) - (P3 \times P4) + (P1 \times P2 \times P3) \\&\quad + (P1 \times P2 \times P4) + (P1 \times P3 \times P4) + (P2 \times P3 \times P4) - \\&\quad (P1 \times P2 \times P3 \times P4) \\&= 0.068 + 0.082 + 0.014 + 0.041 - (5.58 \times 10^{-3}) - \\&\quad (9.52 \times 10^{-4}) - (2.79 \times 10^{-3}) - (1.15 \times 10^{-3}) - (3.36 \times 10^{-3}) - \\&\quad (5.74 \times 10^{-4}) + (7.81 \times 10^{-5}) + (2.29 \times 10^{-4}) + (3.9 \times 10^{-5}) \\&\quad + (4.71 \times 10^{-5}) - (3.2 \times 10^{-6}) \\&= 1.91 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

4. *Minimal cut set* mesin *slicing* tidak beroperasi

$$\begin{aligned}MCS &= \text{cut set } (P1 + P2 + P3) \\&= (0.027 + 0.068 + 0.014 + 0.123) \\&= 0.109\end{aligned}$$

5. *Minimal cut set* mesin *exhausting* tidak beroperasi dengan optimal

$$\begin{aligned}MCS &= \text{Cut set } (P1 + P2) \\&= (0.055 + 0.178) \\&= 0.233\end{aligned}$$

6. *Minimal cut set* mesin *seamer* tidak beroperasi

$$\begin{aligned} \text{MCS} &= \text{Cut set } (P1+P2+P3+P4) \\ &= (0.068 + 0.082 + 0.014 + 0.041) \\ &= 0.205 \end{aligned}$$

— Perhitungan nilai *Risk Reduction Worth* (RRW).

1. Mesin *slicing*

$$\begin{aligned} \text{RRWP1} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P1} = \frac{0.109}{0.109-0.027} = 1.33 \\ \text{RRWP2} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P2} = \frac{0.109}{0.109-0.068} = 2.66 \\ \text{RRWP3} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P3} = \frac{0.109}{0.109-0.014} = 1.15 \end{aligned}$$

2. Mesin *exhausting*

$$\begin{aligned} \text{RRWP1} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P1} = \frac{0.233}{0.233-0.055} = 1.31 \\ \text{RRWP2} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P2} = \frac{0.233}{0.233-0.178} = 4.24 \end{aligned}$$

3. Mesin *seaming*

$$\begin{aligned} \text{RRWP1} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P1} = \frac{0.205}{0.205-0.068} = 1.50 \\ \text{RRWP2} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P2} = \frac{0.205}{0.205-0.082} = 1.67 \\ \text{RRWP3} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P3} = \frac{0.205}{0.205-0.014} = 1.07 \\ \text{RRWP4} &= \frac{\text{MCS}}{\text{MCS}-P4} = \frac{0.205}{0.205-0.041} = 1.25 \end{aligned}$$